ZEITSCHRIFT
FÜR
PHYSIK UND MATHEMATIK.

I.
Bemerkungen über Mikroskope und ihren Gebrauch für Naturforscher.

Vom

Freiherrn von *Jacquin.*

Bei der Untersuchung über die gröfsten Massen des Weltalls und die Wunder ihrer Ordnung, eben so wie bei der Erforschung der noch wundervoller geregelten Form der organischen Gebilde, reicht unser, nur für die nächsten Bedürfnisse unsers physischen Daseyns berechnetes Gesichtsorgan bei weitem nicht hin; und die erste Erfindung, so wie die noch immer mit Riesenschritten fortrückende Vervollkommnung der künstlichen Mittel, um dieser Unzulänglichkeit unserer Sehkraft abzuhelfen, die Teleskope und Mikroskope, gehören wohl unter die vorzüglichsten Triumphe des uns vom Schöpfer verliehenen göttlichen Funkens.

Viel später als die Fernröhre scheinen die Vergrösserungsgläser Werkzeuge wissenschaftlichen Forschens geworden zu seyn, und lange blieben sie nur ein Gegenstand des neugierigen Staunens, woran die Undeutlichkeit der Bilder, welche diese ersten unvollkommenen Werkzeuge darstellten, wohl Schuld gewesen seyn mag. Erzherzog *Albrecht* von Österreich, Statthalter der Niederlande, besafs das zweite jemals verfertigte zusammengesetzte Mikroskop von dem Brillenmacher *Hans* und

dessen Sohne *Zacharias* in Middelburg vor 1618 verfertiget, und schenkte es einem der ausgezeichnetesten Physiker seiner Zeit, *Cornelius Drebbel* *). Die unbe-

*) Die diese Thatsache bezeugende Stelle aus dem Briefe des holländischen Gesandten *Wilhelm Borel* vom 9. Juli 1655 an den Leibmedicus des Königs von Frankreich, Dr. *Peter Borelli*, lautet wörtlich: *Middelburgum Selandorum Metropolis mihi Patria est: juxta aedes ubi natus sum in foro olitorio, Templum novum est cujus parentibus (parietibus?) nectuntur aediculae quaedam satis humiles: harum unam prope portam monetariam occidentalem inhabitabat anno* 1591 *(cum natus sum) quidam conspiciliorum confector nomine Hans, Uxor ejus Maria, qui filium habuit praeter filias duas, Zacharite nomine, quem novi familiarissime, quia puero mihi vicino vicinus ab ineunte tenerrima aetate colludens semper adfuit, egoque puer in Officina ipsi saepiuscule adfui. Hic Hans, id est Johannes, cum filio suo Zacharia, ut saepe audivi, Microscopia primo invenere, quae Principi Mauritio Gubernatori et summo duci exercitus Belgicae foederatae obtulerunt et honorario aliquo donati sunt. Simile Microscopium postea ab ipsis oblatum fuit, Alberto Archiduci Austrico, Belgicae Regiae Supremo Gubernatori. Cum in Anglia anno* 1619 *Legatus essem, Cornelius Drebelius Alkmarianus Hollandus, Vir multorum secretorum naturae conscius, ibique Regi Jacobo in Mathematicis inserviens et mihi familiaris, ostendit illud ipsum instrumentum mihi, quod Archidux ipsi Drebellio dono dederat, videlicet Microscopium Zachariae istius, nec erat (ut nunc talia monstrantur) curto tubo, sed fere ad sesquipedem longo, cui tubus ipse erat ex aere inaurato, latitudinis duorum digitorum in diametro, insidens tribus delphinis ex aere itidem subnixis, in basis disco ex ligno Ebeno, qui discus continebat impositas quisquilias, aut minuta quaeque, quas desuper inspectabamus forma ampliata admiraculum fere maxima. Petrus Borelli, de vero Telescopii inventore. Hagae Comitum* 1655, 4to. Da-

hülfliche Gröfse dieses Werkzeuges, das, allen bekannten Umständen nach, ein verlängertes Perspectiv und nur für opake Gegenstände eingerichtet war, mufste seinen Gebrauch zu wissenschaftlicher Untersuchung schon sehr erschweren, wenn man auch vermuthen könnte, dafs es mehr als undeutliche, vielleicht ungeheuer grofse Schattenbilder hervorgebracht haben könne.

Die Vervollkommnung der zusammengesetzten Mikroskope ging sehr langsam, und vor kaum einem halben Jahrhunderte lieferten die englischen Künstler *Dollond*, *Adams* und *Ramsden* zuerst Instrumente von bedeutender Schärfe und Klarheit. Sie blieben bei sehr einfacher Einrichtung stehen, während ihre Collegen in Frankreich und Deutschland gröfseres Gesichtsfeld, kürzere Röhren u. d. gl. durch Complicationen zu erzwingen suchten, wodurch die Hauptsache, Licht und Schärfe, verloren gingen. Die farbigen Ränder der Bilder blieben immer eine störende Unannehmlichkeit, selbst nachdem die zweckmäfsige Anwendung des Collectivglases solche zum Theil besiegt hatte, und nur nach vielen in England, Deutschland und Frankreich gemachten mifslungenen Versuchen, achromatische zusammengesetzte Linsen auch bei Mikroskopen anzuwenden, führte der berühmte *Fraunhofer* in München diese Idee zuerst gelungen aus, und die Farbenlosigkeit und Lichtstärke,

mals waren die Familiennamen unter den Bürgerlichen noch wenig üblich, und dieser *Hans* hiefs kurzweg *Hans der Brillenmacher*; sein Sohn *Zacharias* soll der erste Erfinder des dioptrischen Teleskops gewesen seyn, und nannte sich *Zacharias Jansen* (Johannessohn); so wie wieder der Sohn desselben, der durch einige astronomische Entdeckungen bekannt ist, sich schon gelehrter *Johannes Zacharides* schrieb Den Namen *Jansen* als Familiennamen haben sie nie geführt.

die er seinen Instrumenten wegen der gröſseren Öffnung seiner Linsen geben konnte, machten dieselben bald sehr berühmt *). Da man nun viel früher dahin gelangte, einfache Linsen von richtiger Gestalt hervorzubringen, so verschmähten die Naturforscher lange Zeit die zusammengesetzten Mikroskope, ungeachtet der vielen schon anerkannten Vortheile und Bequemlichkeiten, als Täuschungen veranlassende finstere Apparate, und zogen, ungeachtet der Schwierigkeiten, die ihr Gebrauch bei starker Vergröſserung mit sich bringt, einfache Linsen vor. So machten *Grew*, *Malpighi*, *Leuwenhook*, *Swammerdam* ihre Erforschungen mit einfachen Linsen; ja noch im Jahre 1788 zeigten mir zwei der berühmtesten mikroskopischen Forscher des vorigen Jahrhunderts, *Hedwig* in Leipzig, und *Lyonet* im Haag, die einfachen Linsen-Apparate vor, deren sie sich zu ihren so erfolgreichen Untersuchungen bedient hatten; endlich warnte mein alter Freund *Ramsden* in London mich noch 1789, als er mir eines der vortrefflichsten zusammengesetzten Mikroskope übergab, die jemals aus seiner berühmten Werkstätte hervorgingen, vor den Täuschungen, welche diese Werkzeuge hervorbringen könnten, und von welchen nur einfache Linsen frei wären **).

*) Schon im Jahre 1816 waren seine achromatischen Mikroskope in Deutschland verbreitet (*Gilbert's* Annal., B. 54), während nach Dr. *Goring's* Zeugniſs das erste achromatische Mikroskop in England erst im Jahre 1824 von Hrn. *Tulley*, und in Frankreich von Hrn. *Chevalier* verfertiget worden ist, nachdem dergleichen schon einige Jahre früher in Wien von *Friedrich Voigtländer* und *S. Plöſsl* geliefert worden waren.

**) Noch gegenwärtig sind die nach ihrem Verfertiger, dem Hofoptiker *Banks*, in London, benannten einfachen mikroskopischen Apparate in England, und bei uns, den Naturforschern beliebt.

Um ihrem Zwecke genügend zu entsprechen, müssen die Mikroskope die damit besehenen Gegenstände nicht nur in einer ihrer verhältnifsmäfsigen Kleinheit entsprechenden Vergröfserung, sondern auch *scharf* darstellen, damit über ihren Bau und ihre Form keine Zweideutigkeit obwalte. Da nun der Schärfe ohne eine hinlängliche Lichtstärke nie entsprochen werden kann, wenn gleich umgekehrt bei einem Mikroskope viele Lichtstärke bei geringer Schärfe möglich ist, so sind die ersten drei Hauptverfordernisse eines guten Mikroskopes: 1. Angemessene Vergröfserung; 2. Schärfe; 3. Klarheit oder Lichtstärke. Unter *Schärfe*, *Eindringen* versteht man den höchsten Grad von Deutlichkeit, womit man die einzelnen kleinsten Gebilde des Objects wahrnimmt. Diese Wirkung des Mikroskopes stehet nicht immer mit der Vergröfserung in gleichem Verhältnisse, nimmt im Gegentheile gewöhnlich beim Steigern der letzteren ab, und nur zu oft wird diese wichtigste Eigenschaft des Mikroskopes derselben aufgeopfert. Man hört nur immer fragen: Wie stark vergröfsert das Mikroskop? und selten: Wie scharf und klar zeigt es? Man begnügt sich, die Objecte grofs zu sehen, ohne zu berücksichtigen, ob man sie auch deutlich und bestimmt sieht. Während ein Laie über den durch mehrere tausendmalige Linearvergröfserung eines alten Sonnenmikroskopes gebildeten elephantengrofsen Flohschatten jubelt, erhält der Naturforscher durch eine kaum 20malige scharfe und klare Vergröfserung eines guten Mikroskopes Aufschlüsse über die Gestalt und den Bau dieses Insectes, die er vergebens an dem grofsen Schattenbilde suchen würde. Schärfe ist daher der Hauptvorzug eines Mikroskopes, dem alle übrigen Eigenschaften nachstehen müssen; denn undeutlich sehen, und gar nicht sehen, läuft bei mikroskopischer Beobachtung beinahe auf eins hin-

aus. Da aber auch, um die feinsten Theile der organischen Gebilde hinlänglich von einander zu bringen, um ihren Bau zu erkennen, die Vergröſserung angemessen seyn muſs, so haben die optischen Künstler, wie sie es in den letztern Jahren so glorreich gethan, sich auch fortan zu bemühen: die Vergröſserungen so hoch zu treiben, als es mit Beibehaltung der höchsten Schärfe und Klarheit vereinbar ist, und die von dem berühmten *Fraunhofer* angerathene Vernachläſsigung starker Vergröſserungen, war dem Zwecke des Naturforschers eben so entgegen, als es im Gegentheile zwecklos war, solche auf Kosten der Klarheit und Deutlichkeit zu erzwingen; denn wenn man gleich mit einer scharfen und klaren 100maligen Vergröſserung weit mehr sieht, als mit einer trüben 200maligen, so sieht man doch wieder mit einer 200maligen scharfen und klaren Vergröſserung bei weitem mehr, und kann manche Gegenstände nur dann erkennen. Bei hohen Vergröſserungen über 200 — 300 werden dann kleine Differenzen, selbst von 20 — 30 mehr oder weniger, ohnehin in der Wirkung kaum bemerkbar. Wie man die Vergröſserung von Mikroskopen genauer und comparativer bestimmen könne, als bisher geschehen ist, habe ich in einem eigenen Aufsatze dieser Zeitschrift gezeigt (Bd. IV. 1.). Diese Methode hat sich seitdem immer bequemer und sicherer als irgend eine andere bewährt, und wird hoffentlich die schwankenden, oft übertriebenen Angaben von Vergröſserungen, so wie jeden Zweifel und Streit darüber beseitigen.

Die Schärfe der Mikroskope kann nur durch die Vergleichung des Grades von Deutlichkeit und Bestimmtheit gemessen werden, mit welchen solche ein und dasselbe Object bei gleicher Vergröſserung zeigen. Die Naturforscher haben, nach den verschiedenen Zweigen der Wissenschaft, die sie betreiben, wohl gewisse von

ihnen oft besehene Lieblingsobjecte, die sie als Vergleichungspuncte wählen, die aber dann nicht jedem gleich bekannt sind. So besicht der Physiologe Blutkügelchen, der Botaniker Schraubengänge und Blüthenstaub der Pflanzen u. s. w. als Vergleichungsobjecte. Es ist aber wünschenswerth, daſs man allgemein über gewisse Objecte sich verstehen möge, die nicht nur durch ihren Bau und ihre Dauerhaftigkeit besonders dazu geeignet, sondern auch überall gleichförmig und leicht zu haben sind. Die Optiker sollten solche dann ihren Apparaten immer als Belege für den Grad der Vollkommenheit ihrer Arbeit beilegen.

Als solche Probeobjecte bewähren sich besonders Folgende, als leicht und immer gleichförmig zu erhaltende, und sehr lange unverändert aufzubewahrende Gegenstände:

1. Flügel der gemeinen Hausfliege. *(Musca domestica L.)*
2. Flügel der gemeinen Mücke oder Gelse. *(Culex pipiens L.)*
3. Menschenhaare.
4. Haare vom Rücken einer Haus- oder Feldmaus. *(Mus musculus vel arvensis.)*
5. Haare vom Bauche der gemeinen grauen oder braunen Fledermaus. *(Vespertilio murinus vel lasiopterus.)*
6. Schuppen von einem Flügel des gemeinen weiſsen Schmetterlings. *(Papilio Crataegi,* oder *Brassicae L.)*
7. Derlei vom brasilianischen Schmetterling. *(Papilio Menelaus.)*
8. Derlei von der gemeinen Pelz- oder Kleidermotte. *(Tinea pellionella* oder *sarcitella.)*
9. Einzelne Schuppen vom Brilliantkäfer. *(Curculio imperialis.)*

Dann noch als undurchsichtige Objecte:

10. Ein kleines Stück des Flügels vom *Papilio Crataegi* oder *Brassicae.*
11. Derlei vom *Papilio Menelaus.*
12. Ein dünner Durchschnitt eines Stängels vom türkischen Weitzen *(Zea Mays)*, oder Hollundermark *(Sambucus nigra).*
13. Ein derlei vom gemeinen Regenschirmrohr.
14. Ein kleines Stück einer Flügeldecke des brasilianischen Brilliantkäfers. *(Curculio imperialis.)*

Fliegenflügel dienen sehr gut bei allen Graden von Vergröſserung. Ein scharfes Mikroskop läſst die Randhaare schon bei Vergröſserungen von 15 — 20 deutlich erkennen. Diese Randhaare erscheinen dann immer abgesonderter und deutlicher bis zu 60 — 100maliger Vergröſserung, und man erkennt ihre Insertion innerhalb des Randes, und die zwiebelähnliche Basis der Haare auf der Fläche des Flügels. Endlich bei 200 — 240maliger Vergröſserung und darüber sieht maa mit den schärfsten aplanatischen Linsen die Randhaare zuletzt als hohle, gestielte Körper.

Der Flügel der gemeinen Gelse ist eines der wundervollsten, zierlichsten Objecte für das Mikroskop. Ein vorzügliches Werkzeug läſst schon bei 40maliger Vergröſserung die am Rande und an jeder Hauptrippe sizzende doppelte Reihe von blattähnlichen Haaren oder Schuppen, ja selbst die feinen Linien erkennen, womit die letzteren gerippt sind; dieses Bild wird dann bis zu 100-, 200- und 300maliger Vergröſserung immer wundervoller. Die kleinen feinen Haare auf der Fläche des Flügels erscheinen in voller Deutlichkeit, und die Linien auf den Randschuppen erscheinen selbst wieder gefurcht.

Menschenhaare werden von guten Mikroskopen als durchsichtige Canäle gezeigt, wovon die grauen ganz

leer, die blonden, rothen und schwarzen aber mit einer gleichfarbigen Masse zum Theil oder ganz ausgefüllt sind; bei stärkeren Vergröfserungen müssen die an der Oberfläche vorhandenen, nach der Spitze der Haare zu gerichteten Höcker deutlich sichtbar werden, wodurch sie die bekannte Eigenschaft erlangen, sich beim Drehen zwischen den Fingern immer nach der nämlichen Seite zu schieben.

Die Haare vom Rücken der Haus- und Feldmaus, eben so wie der einheimischen Fledermäuse, sind wegen ihrer ausnehmenden Feinheit und merkwürdigen Bildung sehr gute Probeobjecte, indem letztere nur bei stärkeren Vergröfserungen von 200 Mal und darüber, und grofser Schärfe des Werkzeuges gut zu sehen sind. Die Maushaare erscheinen durch eine spiral um das Haar laufende undurchsichtige Linie in Absätze geringelt, und die Fledermaushaare erscheinen bei schwächerer Vergröfserung blofs gezähnt, bei starker Vergröfserung von 200 Mal und darüber mit grofser Schärfe, sieht man gleichsam einen breiten Streif dutenförmig um das Haar gewunden.

Unter allen Probeobjecten hat man seit langer Zeit die obersten Schuppen (den sogenannten Staub) von den Flügeln der Lepidopteren geschätzt, und sie fehlen von jeher in keinen Probeobjectschiebern der englischen Mikroskope. Doch hat man in neuern Zeiten erst ihren wahren Werth zur Abschätzung der Schärfe dieser Instrumente näher kennen gelernt *). Diese Schuppen sind auf ihrer Oberfläche der Länge nach höchst fein ge-

*) Hrn. Dr. *Goring* in London gebührt wohl das Verdienst, auf diesen Gegenstand zuerst, als Probeobject aufmerksam gemacht, und überhaupt zur näheren Bestimmung der Schärfe der Mikroskope aufgefordert zu haben. (*Journal of Sciences and arts. Vol. XLIV.*)

streift, besonders die metallisch glänzenden, die diese Eigenschaft eben diesen Streifen verdanken. Je deutlicher und abgesonderter, und bei je geringerer Vergröſserung nun ein Mikroskop diese Linien zeigt, um so gröſser ist seine Schärfe. Am leichtesten sind jene vom *Papilio Crataegi* und *Brassicae* zu haben, die mit freiem Auge und opak unter dem Mikroskope gesehen, weiſs, durchsichtig beleuchtet aber braun und sehr fein linirt sind. Die Linien auf diesen Schuppen müssen schon bei 60—80maliger Vergröſserung erscheinen, werden aber bei 100—200maliger Vergröſserung immer deutlicher, abgesonderter, und die Zwischenräume sichtbar; auch erscheint dann der Stiel dieser Schuppen als eine conische Röhre, deren runde Mündung zu erkennen ist. Bei noch stärkerer Vergröſserung, bis 300—400 Mal, erscheinen die Linien endlich als dicke schwarze Striche in gröſseren Zwischenräumen. Die Breite dieser Schuppen ist beiläufig $^1/_{30}$ Wien. Linie, und die Zahl der darauf vorkommenden Linien 28—30, daher sind diese Striche $^1/_{900}$ Linie oder $^1/_{10800}$ Zoll von einander entfernt. Ungleich schöner, und, bei dem gegenwärtigen häufigen wissenschaftlichen Verkehr mit Brasilien und der Gemeinheit des Schmetterlings in seinem Vaterlande, nicht so besonders schwierig zu erhalten, sind die Schuppen der Flügel des prächtigen *Papilio Menelaus*. Sie erscheinen bei geringer Vergröſserung durchsichtig hellblau, und bei stärkerer durchsichtig gefleckt; die Streifen erscheinen, wie bei dem vorigen, falls das Mikroskop hinlänglich wirksam ist, und die Dimensionen der Schuppen selbst sind beinahe die nämlichen. Bei scharfer 200—300maliger Vergröſserung bemerkt man nebst den Linien noch unregelmäſsig zerstreute Querstriche von einer Linie zur anderen.

Ungleich schwerer sind die feinen Linien auf den

kleinen durchsichtigen, fast ungefärbten Schuppen der reiſsbleiartigglänzenden Kleider- und Pelzmotten zu sehen. Sie werden nur mit den stärksten Vergröſseruugen von 300 — 400 Mal, bei der höchsten Schärfe und Lichtstärke sichtbar, und sind daher der feinste Prüfestein für Mikroskope der ersten Kathegorie. Fast noch grössere Schwierigkeiten zeigen sich, um auf einzelnen, zwischen Glas- oder Glimmerblättchen gelegten Schuppen des Brilliantkäfers die Streifen zu erkennen, und in dieser Hinsicht verdient auch dieser Gegenstand als vorzügliches Probeobject aufgestellt zu werden.

Einfache, sehr richtig und fleiſsig gearbeitete Linsen zeigen diese Linien auf den Schmetterlingsschuppen leichter als zusammengesetzte Mikroskope. So zeigen meine von Hrn. *Friedrich Voigtländer* verfertigten Linsen von 105, 120 und 210maliger Vergröſserung, eine von 180maliger Vergröſserung des Hrn. *Plöſsl*, die stärkeren einfachen Linsen von meines sel. Vaters *Ellis*'schen Mikroskope, und eines Taschen-Mikroskopes von *Banks*, ja selbst die einfache, nur 60 Mal vergröſsernde Linse des zusammengesetzten Mikroskopes von *Ramsden* des k. k. Universitätsgarten, diese Streifen sehr deutlich. Die dioptrischen zusammengesetzten Mikroskope zeigen solche nur bei groſser Vollkommenheit. Unter den älteren, noch nicht mit achromatischen Objectiven versehenen, konnte ich sie nur bei den vortreſflichsten Instrumenten englischer Künstler, jedoch immer nur mit geringer Lichtstärke, erkennen und, wie es nach Hrn. Dr. *Goring*'s Angabe richtig zu seyn scheint, nur dann, wenn die einfache Linse sie ohnehin zeigt, z. B. bei dem oben erwähnten *Ramsden*'schen Mikroskope von ganz ausgezeichneter Güte. Die bisher verfertigten Mikroskope mit achromatischen Objectivlinsen zeigen sie, ihrer ausgezeichneten Lichtstärke ungeachtet, selten deut-

lich, bei Vergröſserungen von 240 und darüber noch weniger, als bei geringeren von 60—80. Von allen hier vorhandenen *Fraunhofer*'schen Mikroskopen zeigt keines eine Spur davon, selbst jene groſsen erster Cathegorie, in dem Verzeichnisse von 1826 mit Nro. 21 bezeichneten nicht. Ungleich wirksamer zeigen sich in dieser Hinsicht die catadioptrischen Mikroskope, und jene zwei älteren von *Amici*, die ich Gelegenheit hatte zu versuchen, geben die Linien bei Vergröſserungen von 120 — 240 so gut zu erkennen, als es der bekannte Lichtmangel dieser Werkzeuge zuläſst. Die stärkeren Vergröſserungen dieser *Amici*'schen Mikroskope geben aus eben genannter Ursache kein deutliches Resultat. Doch verschwinden die Darstellungen aller dieser einfachen und zusammengesetzten ältern Mikroskope gegen die Schärfe, Klarheit und Lichtstärke, womit die neuen *Plöſsl*'schen wahrhaft aplanatischen Mikroskope mit zwei- und dreifach über einander gesetzten achromatischen Objectiven diese Linien schon bei geringerer, aber bei stärkerer Vergrösserung wirklich überraschend darstellen. Daſs es bei dieser Schärfe und Klarheit nicht auf die Vergröſserung allein ankommt, überzeugt man sich hier bald. Das zusammengesetzte Mikroskop gibt mit einer einfachen Linse bei 90maliger Vergröſserung und auffallender Lichtstärke, die Streifen auf den Schuppen des Menelaus nur verwaschen und kaum sichtbar; mit zwei Linsen, die zusammen nur eine 72malige Vergröſserung hervorbringen, aber höchst deutlich, selbst die Querstreifen. Diesem noch eine schwächere Linse vorgesetzt, und die Vergröſserung auf 80 erhoben, gibt noch auffallend mehr Klarheit, u. s. w. Diese, wie es scheint in England von Hrn. *Dollond*, in Italien vom Prof. *Amici*, und in Wien von Hrn. *Plöſsl* ohne gegenseitiges Vorwissen zugleich gemachte Entdeckung kann wohl als einer der glück-

lichsten Fortschritte in der Mikroskopik angesehen werden. Aber leider mufs man die grofsen Vortheile dieser Einrichtung durch eine Verkürzung der Schweite der Mikroskope erkaufen.

Aus dem Gesagten erhellet, dafs die ältern Naturforscher, welche, wie schon erwähnt worden ist, die einfachen Linsen den ältern zusammengesetzten Mikroskopen vorzogen, vollkommen Recht hatten, und man mufs leider bekennen, dafs bis zu der erwähnten neuesten Vervollkommnung, die dioptrischen zusammengesetzten Mikroskope, aller ihrer übrigen Vortheile, die sie gewähren, ungeachtet, an Schärfe und Klarheit den guten einfachen Linsen weit nachstanden, und man, was den eigentlichen Zweck der Mikroskope betrifft, lange Zeit eher zurückgegangen, als vorwärts geschritten ist.

Die erwähnten Probeobjecte werden zum Gebrauche in Objectschiebern von Elfenbein oder Holz, entweder auf die ältere englische Weise zwischen kleinen Glimmerblättchen, oder, nach neuerer Art, zwischen geschliffenen sehr dünnen Glasblättchen aufbewahrt. Die letzte Methode ist zwar kostbarer, aber besser, weil selbst die schönsten Glimmerblättchen feine Risse und Sprünge haben, die bei starker Vergröfserung störend erscheinen. Die Glastäfelchen müssen jedoch so dünn als möglich seyn, um auch bei Linsen von sehr kurzer Brennweite eine hinlängliche Annäherung zu erlauben. Concave Glastäfelchen für diese Gegenstände, wie man sie auch schon versucht hat, sind bei der Dünnheit, welche durchsichtige Objecte ohnehin immer haben müssen, eher schädlich als nützlich.

Um die Wirkung eines Mikroskopes auf opake Gegenstände zu prüfen, dienen zuerst kleine Stücke der Flügel von Schmetterlingen, worauf man mit mäfsiger Vergröfserung bis 120 die Lage und Gestalt der Schup-

pen, ja bei stärkerer Vergröſserung und guter Beleuchtung sogar die Linien auf diesen Schuppen erkennen muſs. Auſser diesen geben die Deutlichkeit, womit man den Bau des Zellgewebes und die innern Flächen der Zellenwände bei dem Maisstängel oder dem Hollundermarke, so wie die innere Fläche der Schraubengänge und das dazwischen liegende Zellgewebe bei dem Regenschirmrohr, an sehr dünnen Querschnitten dieser Stängel wahrnimmt, einen Beweis für die Güte des Werkzeuges. Die Flügeldecken des Brillantkäfers zeichnen sich, wie lange bekannt ist, als ein prächtiges opakes Object für das Mikroskop aus; dabei gibt die deutlichste Ansicht der den Farbenschimmer veranlassenden kleinen, abstehenden, ovalen Schuppen bei Vergröſserung von 60 — 120 einen Beweis für die Vorzüglichkeit des Instrumentes.

Damit aber ein wirksames Mikroskop seine höchste Wirkung leiste, muſs das Object auch zweckmäſsig beleuchtet, und höchst genau in seinen Sehepunct gebracht werden. Gewöhnlich geschieht die Beleuchtung bei zusammengesetzten Mikroskopen, für durchsichtige Objecte durch reflectirtes Licht mittelst eines planen oder convexen Spiegels von sehr langem Focus; seltener bei horizontaler Stellung des Instrumentes durch direct einfallendes Licht. Mikroskope von hinlänglicher Lichtstärke bedürfen nur einer mäſsigen Beleuchtung, und bei hellem Tage sind der reine Himmel, hell beleuchtete Wolken, oder der Wiederschein einer weiſsen oder blaſsgelben Mauer die beste Beleuchtung. Zu vermeiden ist das von Bäumen, bewachsenen Stellen, alten geschwärzten Mauern reflectirte Licht. Direct auf den Spiegel einfallendes Sonnenlicht ist in allen Fällen zu verwerfen; denn der hervorgebrachte Schimmer schmerzt im Auge und stört das deutliche Sehen, ja die Erhitzung

und Ausdehnung des Objectes veranlaſst, wo nicht gar Zerstörung, doch wenigstens Veränderung desselben, und unvermeidlich Täuschung. Man kann es als einen Beweis des gänzlichen Lichtmangels bei einem Mikroskope gelten lassen, wenn es directe Sonnenbeleuchtung verträgt. Bei Nacht ist für ein gutes Mikroskop das Licht einer Wachs- oder guten Unschlittkerze hinlänglich; der ruhigen Flamme wegen zieht man Öhllampen mit Banddocht und mit gläsernen Cylindern bedeckt vor. Argandsche Lampen sind immer nur mit einer matt geschliffenen Glaskugel bedeckt, zu gebrauchen. Mikroskope, welche das Licht offener Argandscher Lampen bedürfen, leiden bestimmt an Lichtstärke. Bei schwachen Vergröſserungen bedient man sich, um das Bild der Flamme bei dem Gebrauche eines Planspiegels zu vermeiden, einer zwischen den Spiegel und das Object gesetzten stark convexen Linse als Zerstreuungsglas, welche man bei englischen Mikroskopen gewöhnlich gleich unter der Federklammer für die Objectschieber befestigt findet. Bei gut gestellten und berechneten concaven Spiegeln wird es überflüssig. Schirme sind, um das Licht von dem Auge und dem Ocular abzuhalten, sehr nothwendig, so wie man selbst bei Tageslicht Auge und Ocular mit der Hand schirmen muſs. Bei älteren englischen Mikroskopen, besonders einfachen Linsen, findet man concave, schwarz gefärbte Schalen am Ocular angebracht, um diesen Zweck zum Theil zu erfüllen, und bei einem vortrefflichen zusammengesetzten Mikroskope von *Adams* sah ich einen eigenen aus grünem, über eine Drahtspirale gezogenen, Taffet verfertigten elastischen Korb für das Auge am Ocular eingerichtet. Die Beleuchtung opaker Gegenstände wird durch die richtig gestellte Beleuchtungslinse, oder das ein grösseres und gleichförmigeres Spectrum gebende sphäri-

sche Prisma (nach *Chevalier*) bewirkt, doch mufs die Wirkung des Reflexionsspiegels dabei aufgehoben werden; denn es gibt vielleicht keinen Fall, wo die Vereinigung des durchscheinenden und einfallenden Lichtes nicht eine Störung der klaren Vision zur Folge hätte. Das Licht darf auch in diesem Falle bei guten Mikroskopen nur mäfsig seyn, und es gilt hier dasselbe, was bei der reflectirten Beleuchtung gesagt worden ist.

Wenn nun gleich die Güte und der Werth eines Mikroskopes nur durch Mikrometer, in Bezug auf die Vergröfserung, und durch Probeobjecte, in Hinsicht seiner Schärfe und Klarheit comparativ bestimmt werden kann, so ist es doch sehr gefehlt, wenn Optiker, wie man oft sieht, den Mechanismus ihrer Mikroskope ausschliefsend zur Besichtigung dieser Gegenstände einrichten, indem der Naturforscher die verschiedensten Gegenstände seiner Untersuchung sicher und bequem zur Anschauung unter das Mikroskop bringen mufs, und dasselbe nicht blofs probiren, sondern gebrauchen will. Daher sind die runden, geschlossenen, nur für eine bestimmte Breite und Dicke von Objectschiebern eingerichteten Federzwingen gegen die neueren, meines Wissens zuerst von *Hooke* in London verfertigten, vorne offenen Federklammern, welche Hr. *Plöfsl* in Wien noch sehr bedeutend verbessert hat, auszutauschen. Denn in diese letzten kann man nicht nur Objectschieber jeder Gröfse, sondern auch einfache und doppelte Glas-, Elfenbein- und hölzerne Parallelogramme bequem ein- und ausbringen und befestigen, um Objecte darauf zu besehen und unter dem Mikroskope zu behandeln, und sie können unter dieser Federklammer nach allen Richtungen hin und her geschoben werden, ohne Gefahr des Herabfallens, oder des unwillkürlichen Verrückens, welches beides, bei einer losen Auflage dieser Gegenstände auf

den Objecttisch, besonders bei starker Vergröſserung so lästig ist. Für niedere Vergröſserungen sind die auf einem beweglichen Zapfen aufgesteckten Ringfassungen, in welche nach Belieben plane oder concave runde Gläser oder Elfenbeintafeln eingelegt werden können, wie sie Hr. *Plöſsl* bei seinen kleinern Mikroskopen Nro. 2 und 3 anbringt, wegen der Bequemlichkeit, daſs man sie, ohne das Mikroskop sonst zu verrücken, schnell seitwärts drehen kann, um an dem Objecte zu seciren u. d. gl., sehr bequem. Bei starken Vergröſserungen ist freilich die kostbarere Vorrichtung eines Objecttisches, der durch Stellschrauben nach allen Richtungen bewegt werden kann, die vorzüglichste Einrichtung. Diese Stellschrauben bewegen den Objecttisch entweder nach zwei sich senkrecht kreuzenden Richtungen, oder drehen ihn um seine Axe. Am bequemsten und einfachsten ist aber die Bewegung nach den Diagonalen, welche Hr. *Plöſsl* bei seinen groſsen Mikroskopen (ohne Meſsapparat) anbringt. Man kann dann eben sowohl Objectschieber und andere Täfelchen unter die Federklammer, als concave Gläser mit Flüssigkeiten auf dem Objecttische so befestigen, daſs nicht nur die schnelle Bewegung durch Schieben und Drehen, sondern auch die feine langsame Bewegung mit den Stellschrauben zu Gebote stehen.

Tropfbare Flüssigkeiten beobachtet man in concaven Gläsern, die aber ja nicht zu tief seyn dürfen. Daſs z. B. lebendiges Blut nur in einer möglichst dünnen Lage betrachtet werden müsse, bedarf keiner Erinnerung; aber auch Infusionsthierchen müssen in dem kleinsten Tropfen Wasser so flach ausgebreitet als möglich unter das Mikroskop gebracht werden, damit die Thierchen so wenig als möglich senkrecht auf und ab tauchen, und dabei aus der Sehweite kommen können. Daher können

Vorrichtungen, um solche Hohlgläser durch Stellschrauben genau horizontal zu stellen, höchstens bei Polypen, deren Bewegung nur im tiefern Wasser zu sehen ist, Nutzen haben. Aber Polypen werden ohnehin am besten in Glascylindern mit horizontal stehenden Mikroskopen durch die Glaswand beobachtet. Eben so muſs bei frischen Pflanzenorganen, z. B. Schraubengängen, Oberhäutchen, Pollen u. d. gl., die man, um das Zusammenschrumpfen zu hindern, befeuchtet, jedes Übermaſs des Wassers sorgfältigst vermieden werden, indem die sich ansetzenden und oft bewegenden Luftbläschen die gröbsten Störungen und Irrungen hervorbringen. Die kurze Sehweite des Mikroskopes ist bei starken Vergröſserungen, womit man Flüssigkeiten untersucht, eine groſse Schwierigkeit, die zwar durch obige Vorsicht gemindert werden kann, indem man das Object weniger tief im Wasser besieht, aber doch immer, besonders auch wegen des Schadens, der den achromatischen Objectiven durch unvorsichtiges Benetzen zugehen kann, lästig bleibt. *Fraunhofer's* Methode, einen gröſseren Theil der Vergröſserung dem Ocular aufzulegen, und diese, nicht wie bei den älteren englischen Mikroskopen, fast gänzlich der Objectivlinse aufzubürden, hat diese Schwierigkeit zum Theil gehoben; aber diese Einrichtung darf ja wieder nicht übertrieben werden, indem die Schärfe dadurch bedeutend verloren geht. Und nur für die letzten stärksten Vergröſserungen wechselt man aus diesem Grunde das schärfere aber schwächere Ocular gegen ein stärkeres, das jedoch der Lichtstärke des Instrumentes auch noch angemessen seyn muſs.

Eine unerläſsliche Bedingung bei dem wissenschaftlichen Gebrauche der Mikroskope ist es endlich noch, daſs der Objectträger, sey es eine Glas- oder Elfenbeintafel, ein Hohlglas oder eine Pincette, immer leicht von

dem Objecttische weggenommen werden könne, um an dem Objecte zu richten, seciren u. d. gl. Angeschraubt dürfen diese Objectträger daher auf keinen Fall seyn.

Da es nur bei geringen Vergröſserungen, z. B. Handmikroskopen, möglich ist, das Object und das Mikroskop in der zur genauesten Ansicht erforderlichen Entfernung mit der Hand anhaltend ruhig zu halten, oder durch bloſse Bewegung auf einer Scharniere oder Nuſs richtig einzustellen, so hat man bald Gestelle, und zwar zuerst zum Schieben, und später mit Triebwerk eingeführt, um das Mikroskop und das Object zu nähern und zu entfernen, und endlich auf den wahren Punct der deutlichsten Ansicht fest einzustellen. Hierbei entstehet nun eine noch nicht ganz entschiedene Frage: Ob es dienlicher sey, das Mikroskop gegen den Objecttisch, oder umgekehrt letzteren gegen das erstere zu bewegen? Die englischen Optiker scheinen sich für die erste Methode entschieden zu haben; *Fraunhofer* und seine Nachahmer wählten die letzte. Erstere Methode gewährt den Vortheil, daſs, wenn der Beobachter, was bei anhaltender Untersuchung, der Ruhe wegen, unerläſslich wird, sich die Höhe seines Sitzes oder seines Tisches für die Höhe des Mikroskopes bequem und sicher eingerichtet hat, und nun, wie es bei solchen Erforschungen geschehen soll, von den schwachen Vergröſserungen an, allmählich zu den stärksten übergeht, das Mikroskop so bedeutend niedriger wird, daſs er auch seine Sitz- oder Tischhöhe ändern muſs; abgerechnet, daſs es für das Auge sehr ermüdend ist, den Bewegungen des Mikroskopes immer zu folgen, um den richtigen Augenpunct beizubehalten. Empfehlungswerth ist es dagegen bei dieser Einrichtung, daſs das einmal sorgfältig zur Ansicht hergestellte und richtig beleuchtete Object bei allen Vergröſserungsveränderungen unverrückt bleibt, und

durch keine Bewegung und Erschütterung gestört zu werden braucht. Indem nun bei der zweiten Einrichtung die erwähnten Unannehmlichkeiten der Bewegung des Mikroskopes wegfallen, so tritt dagegen die Schwierigkeit ein, daſs der Beleuchtung für jede veränderte Vergröſserung nachgeholfen werden muſs, wozu es oft sogar nothwendig wird, selbst den Beleuchtungsspiegel und die Beleuchtungslinse höher oder niederer zu stellen, wie man denn wirklich die englischen und *Amici*'schen Mikroskope dazu eingerichtet findet; abgerechnet, daſs auch bei jeder Veränderung der Vergröſserung das Object bewegt und gerüttelt werden muſs, und dabei oft aus dem Gesichtsfelde tritt, welches besonders bei Flüssigkeiten sehr störend ist.

Die Bewegung des Mikroskopes oder des Objecttisches muſs in jedem Felde so langsam, sanft und senkrecht gehen, als nur möglich, damit nicht nur alles Wanken, Erschüttern und Verrücken aus dem Gesichtsfelde vermieden werde, sondern auch die nöthige Entfernung des Objectes vom Objective auf das genaueste getroffen werden könne. Englische Mikroskope sind oft auf eine schnelle Bewegung zum Schieben, neben der feineren durch Triebwerk eingerichtet. Die dreieckig prismatische Gestalt der Säule, an der das Triebwerk läuft, gibt unstreitig die gröſste Festigkeit, ist aber auch wegen der schwierigen Verfertigung die kostbarste. Runde Säulen sind viel leichter zu verfertigen, und geben, wenn der Rechen gut eingesetzt, und nicht etwa nur eingeschnitten ist, für Mikroskope ohne Meſsvorrichtung hinlängliche Festigkeit. Viereckige haben kaum einen Vorzug vor den runden.

Selbst bei den vollkommensten aplanatischen Mikroskopen sieht man das Object im Mittel des Sehfeldes klarer, als am Rande, und der eigentliche Gegenstand

der Erforschung soll also immer so viel möglich dahin gebracht werden, welches aber oft, selbst mit allen beschriebenen Hülfsmitteln, bei starken Vergröſserungen nicht so leicht ist. Am schnellsten erreicht man seinen Zweck, wenn man die nöthige Stellung des Objectes zuerst unter schwächeren Vergröſserungen sucht, und dann, ohne sonst etwas zu verrücken, die Objective oder auch Oculare wechselt; wo man dann nur noch die Annäherung zum Objecte zu suchen hat. Dieser Übergang von schwächeren Vergröſserungen zu stärkeren ist bei jeder mikroskopischen Erforschung nicht genug zu empfehlen, indem man nur auf diesem Wege einen klaren anschaulichen Begriff von dem Baue, den man kennen lernen will, erhält. Es ist ja unbezweifelt, daſs selbst Naturforscher, denen man einen wohl bekannten, aber noch nie unter dem Mikroskope gesehenen Gegenstand auf einmal unter der stärksten Vergröſserung zeigt, solchen oft nicht erkennen, welches nie der Fall seyn kann, wenn man ihn unter stufenweisen Vergröſserungen vorzeigt. Die, meines Wissens, zuerst von *Hooke* in London verfertigte Einrichtung, mehrere Objectivlinsen auf einer Scheibe zum Drehen zu befestigen, um solche eine nach der andern, ohne ab- und anzuschrauben, in Gebrauch zu bringen, welche auch von *Fraunhofer* und *Plöſsl* vielfältig nachgeahmt worden ist, bietet in besagter Hinsicht viele Bequemlichkeit dar, ist aber leider mit der Einrichtung der neuern aplanatischen Objective, welche über einander geschraubt werden, nicht zu vereinbaren.

Um die wirkliche Gröſse selbst der kleinsten unter dem Mikroskope beobachteten Körper und ihrer Theile möglichst genau zu bestimmen, hat man, indem ich alle in ältern Zeiten versuchten Mittel, solche beiläufig zu schätzen, übergehen will, heut zu Tage vorzüglich drei

Methoden gewählt: 1) den Glasmikrometer, 2) den Schraubenmikrometer, 3) den Doppelbildmikrometer. Die Vollkommenheit einer auf einer Glastafel eingeritzten oder auch wohl eingeätzten Theilung liegt in der Genauigkeit derselben, in der Reinheit und Feinheit der Linien, die sich nicht unterbrochen, ausgesprengt oder ausgefranzt zeigen dürfen, dabei aber doch tief genug seyn müssen, um unter dem Mikroskope deutlich und sichtbar zu erscheinen. Ins Kreuz gezogene Linien, sogenannte Gitter, haben den Nachtheil, an den Schneidepuncten fast unvermeidlich auszuspringen, und sind bei wissenschaftlichem Gebrauche selten nothwendig. Man hat solche Theilungen nunmehr auf eine deutlich sichtbare, zu Mikrometern brauchbare Weise bis auf 0,01 Millimeter, oder auch auf $^1/_{2000}$ eines Zolles gebracht. Um nun einen solchen Mikrometer unter starker Vergröſserung deutlich zu sehen, muſs derselbe, mit der Gravirung nach oben gerichtet, auf dem Objecttische, am besten in einer eigenen zum Drehen mit der Hand eingerichteten Fassung befestiget, und dann zuerst unter schwächeren Vergröſserungen die zweckmäſsigste Beleuchtung gesucht werden. Das gemäſsigte Licht muſs dazu schief auf die Linien einfallen, welches durch die gegenseitige Stellung des Spiegels und des Mikrometers bewirkt wird; dann geht man erst bei unverrücktem Mikrometer und Beleuchtung zu den stärkeren Vergröſserungen über. Die erste und einfachste Anwendung dieser Mikrometer ist, die Durchmesser der Gesichtsfelder bei den verschiedenen Vergröſserungen eines Mikroskopes zu messen, und zu diesem Zwecke ist es wünschenswerth, daſs der Mikrometer, wenn auch nur in gröſseren Theilungen von 0,1''' bis 0,05''', den Durchmesser des Sehfeldes auch bei der schwächsten

Vergröſserung umſasse, welche doch selten über 6''' beträgt.

Eine der gewöhnlichsten, von berühmten mikroskopischen Forschern gebrauchte, aber doch sehr unvollkommene Methode, die Gröſse der Gegenstände unter dem Mikroskope zu messen, besteht darin: daſs man das Object auf den Mikrometer selbst legt. Allein da bei stärkeren Vergröſserungen die, auch noch so geringe Dicke des Objectes, doch eine hinlänglich bedeutende Differenz in der Sehweite des Mikroskopes veranlaſst, so daſs man Object und Mikrometer nie zugleich deutlich, und daher nie nnter genau gleicher Vergröſserung sehen kann, so bleibt die Messung immer ungenau. Auſserdem sind einzelne Theile auf opaken Oberflächen auf diese Weise nicht bestimmbar, und endlich leiden bei schmierigen oder flüssigen Substanzen die Mikrometer selbst bedeutend durch die oft wiederholte Reinigung, die überhaupt so viel als möglich vermieden werden muſs.

Ungleich genauer ist es daher, wenn man den *Sömmering*'schen Spiegelchenapparat zu Hülfe nimmt. Man projicirt auf die von mir (s. dieses Journal IV. 1.) beschriebene Weise das Bild oder Object auf den Maſsstab an dem Schirme, und bestimmt seine Dimensionen damit. Nach der schon als bekannt vorausgesetzten Vergröſserung der gebrauchten Ocular- und Objectivverbindung dividirt man die auf dem Maſsstabe gefundene Gröſse durch die Vergröſserungszahl. Der Durchmesser des Gegenstandes habe sich auf dem Maſsstabe = 1 Linie bei 30maliger Vergröſserung gezeigt, so ist seine wahre Dimension $^1/_{30}$ Linie. Solche Messungen können bei starker Vergröſsernng bis 0,001 Linie und darüber gebracht werden.

Noch viel weiter reicht aber eine schon lange in

England übliche Methode der Messung mit zwei solchen Mikrometern. Zu diesem Zwecke wird der eine Mikrometer, nach abgeschraubter Ocularlinse, auf die zwischen derselben und dem Collectivglase befindliche Blende so gelegt, daſs die Gravirung abwärts gegen das Objectiv gerichtet ist, wozu bei den englischen Mikroskopen auf der Blende ein eigener Falz vorgerichtet ist, damit der Mikrometer sich nicht verschieben kann, welche Einrichtung auch Hr. *Plöſsl* befolgt. Man vergleicht dann den auf dem Objecttische befindlichen (in die Schweite genau eingestellten) zweiten, nach gleichem Maſse getheilten Mikrometer mit dem oberen, nur durch das Ocular vergröſserten ersten Mikrometer, und bestimmt genau, wie viele Male der untere mehr vergröſsert als der obere. Fällt z. B. ein Theil des oberen, allenfalls die Linie in 30 Theile theilenden Mikrometers auf einen Theil des unteren in 60 Theile der Linie getheilten, so sehe ich $^1/_{60}$ unten, so groſs als $^1/_{30}$ oben, und die untere Vergröſserung ist also zwei Mal so groſs als die obere, u. s. w. Wenn man daher ein Object auf dem Objecttische mit dem oberen Mikrometer miſst, so ist dasselbe auch um die Hälfte kleiner, als das gefundene Maſs, oder die Dimension des Objects ist überhaupt so groſs als der obere Mikrometer anzeigt, dividirt durch den Quotienten der oberen Vergröſserung in die untere. Da nun hier sowohl das Object als der Mikrometer in der genauesten Sehweite stehen, so kann die Messung auch sehr genau seyn, und es werden überdieſs opake Objecte eben so gut gemessen, als durchscheinende. Nur wird die Grenze dieser Messung durch den höchsten Grad von Feinheit der Mikrometerlinien bestimmt, die man durch die Vergröſserung des Oculars noch deutlich unterscheiden kann. Da man nun mit den stärkeren Ocularen der achromatischen Mikroskope, die beiläufig zehn

bis zwölf Mal vergröſsern, die Theilungen auf Mikrometern, die 0,001 Zoll angeben, deutlich erkennet, so kann man Objecte von 0,0001 Zoll Durchmesser sehr gut direct messen, welches zu den meisten wissenschaftlichen Zwecken hinlänglich ist, da ohnehin die deutliche Wirkung unserer Mikroskope bisher nicht viel weiter reicht. Daſs bei solcher Messung die Bewegung des Objecttisches durch Stellschrauben das Geschäft ungemein erleichtert, wird jeder, der es versucht hat, sich selbst überzeugen. Hat man sich ein für alle Mal die Mühe genommen, die Verhältnisse der zwei Mikrometer, unter allen Verbindungen der vorhandenen Ocular- und Objectivlinsen, zu erforschen und in eine Tabelle zu bringen, so erspart man die Mühe bei einzelnen Fällen.

Als die vorzüglichste Messungsvorrichtung für das Mikroskop wird jene mit dem Schraubenmikrometer, besonders mit der von dem berühmten *Fraunhofer* angegebenen Einrichtung gehalten, welche Hr. *Plöſsl* noch durch Vereinigung mit seinem bequemen Objecttische verbessert hat. Dieser behält nämlich, auſser der veränderten Richtung der Stellschrauben, alle seine Bequemlichkeiten, nur wird hier noch eine, quer unter demselben laufende sehr feine Mikrometerschraube angebracht, durch welche das Ganze in dieser Richtungslinie höchst langsam hin und her geschoben werden kann. An der Axe dieser Mikrometerschraube ist eine Scheibe befestiget, auf deren Rand die durch jede einzelne Umdrehung der Schraube bewirkte Vorrückung oder Rückrückung in 100, und mit Hülfe des daran befindlichen Nonius in 1000 Theile getheilt wird, die man Mikrometerpuncte oder Mikrometertheile nennen kann. Auſserdem werden auf einer andern, neben der Axe angebrachten Scala die ganzen Umdrehungen der Mikrometerschraube (= 1000 Puncte) gezählt. In dem Oculare des

Mikroskopes wird auf der Blende entweder ein dünnes planes Glas befestiget, worauf mit Diamant zwei höchst feine sich senkrecht kreuzende Linien gezogen sind, oder auf einem Ring ins Kreuz gespannte Spinnenfäden. Diese Linien werden entweder durch eigene, an dem Oculare angebrachte Stellschrauben, oder durch Drehen des ganzen Oculars so gestellt, daſs eine Linie mit der Axe der Mikrometerschraube parallel laufe, und die andere sie folglich senkrecht schneide. Da es nun nicht practisch ausführbar ist, den Werth einer Umdrehung der Mikrometerschraube, und folglich auch eines Mikrometerpunctes voraus genau zu bestimmen, so muſs derselbe für jeden Meſsapparat durch Versuche gefunden werden. Zu dem Ende wird ein Glasmikrometer unter das Mikroskop bei mäſsiger Vergröſserung von allenfalls 100 Mal gebracht, und mittelst der Mikrometerschraube so gestellt, daſs die senkrechte Linie des Kreuzes im Ocular genau auf eine Linie des Mikrometers nahe am Rande des Sehefeldes falle; nun wird genau, allenfalls mit Hülfe einer Loupe, nachgesehen und aufgeschrieben, wie die Scalen der Mikrometerschraube stehen. Dann bewegt man die Mikrometerschraube durch Drehen, bis die senkrechte Linie des Kreuzes genau die äuſserste Linie des Mikrometers am anderen Rande des Sehfeldes deckt. Darauf bemerkt man zuerst den Raum, welchen die Linie des Kreuzes auf dem Glasmikrometer durchgelaufen ist, und untersucht den nunmehr eingetretenen Stand der Scalen an der Mikrometerschraube, um durch Abziehen oder Addiren, nachdem die Mikrometerschraube vor- oder rückwärts bewegt worden ist, die Anzahl der durchlaufenen Mikrometerpuncte zu berechnen; so gibt dann der Quotient dieser Zahl in den obgenannten Raum, den Werth eines Mikrometerpunctes. Dieser Versuch sollte nach und nach durch alle

Portionen der Mikrometerschraube durchgeführt werden, um die durch die unvermeidlichen kleinen Unvollkommenheiten dieses Theiles des Apparates entstehenden kleinen Varianten kennen zu lernen und, wie *Fraunhofer* zu thun pflegte, aus dem Betrage der ganzen Mikrometerschraube das Mittel wählen zu können, welches man dann bis zur fünften und sechsten Decimalstelle berechnet, weil bei der Anwendung zum Messen diese kleinen Brüche durch Multiplication bedeutend werden können. Zur Bequemlichkeit verfertigt man sich dann eine Tabelle, worauf der Werth von einem solchen Mikrometerpuncte bis auf den Betrag von beiläufig einer Linie, als des gröſsten Raums, den man wohl so genau wird messen wollen, voraus angesetzt ist.

Will man nun ein Object oder einen Theil desselben messen, so bringt man es mit der erforderlichen Vergröſserung unter das Mikroskop, und stellt es mit dem einen Rande so scharf als möglich an die senkrechte Linie des Kreuzes; bewegt dann, nachdem man vorher den Stand der Scalen an der Mikrometerschraube genau bemerkt hat, die Schraube, bis die Kreuzlinie den andern Rand des zu messenden Theiles genau begrenzt, und sucht dann aus dem neuen Stande der Scalen, die Anzahl der durchlaufenen Mikrometerpuncte, welche, mit dem Werthe eines Punctes multiplicirt, das gesuchte Maſs geben, das man auch ohne Rechnen auf der erwähnten Tabelle fertig angegeben findet. Es sey der Werth eines Mikrometerpunctes = 0,000142''', der Durchmesser eines Menschenhaares habe 296 solcher Puncte gegeben, so ist dieser Durchmesser = 0,042032'''. Da nun ein Mikrometerpunct beiläufig 0,00001'' beträgt, so sagt man: man könne mit diesem Apparate auch direct bis auf diese kleine Differenz messen; setzt aber dabei voraus: daſs diese Differenz auch unter dem Mikroskope

deutlich sichtbar gemacht werden könne, und hegt den frommen Wunsch, dafs wir unsere Mikroskope endlich bis zur Unterscheidung der Länge einer einzelnen Lichtwelle bringen werden. Dafs der kostspielige Apparat zu dieser Messungsmethode höchst genau verfertigt seyn müsse, ist begreiflich. Nicht nur die Theilungen der Scalen an der Mikrometerschraube müssen höchst gleich und richtig, sondern besonders die Schraube selbst sehr vollkommen und durchaus gleichförmig seyn, und ja in keinem ihrer Theile blind gehen, d. h. den Objecttisch nicht fortbewegen, indem das zu groben Fehlern Anlafs geben könnte. Das Mikroskop darf an der Säule nicht im Geringsten wanken, indem auch dadurch falsche Messung entstehen würde. Ob aber die, durch Stellschrauben an den Füfsen zu bezweckende, streng senkrechte Stellung des Mikroskopes von bedeutendem Nutzen sey, scheint mir nicht ganz entschieden. Ein solcher Apparat mufs daher genau geprüft, sorgfältig erhalten, und immer von Zeit zu Zeit wieder geprüft werden, um die durch Abnützung allenfalls entstehenden Fehler sogleich zu erkennen.

Noch schwieriger zu verfertigen, und folglich noch kostbarer, sind die von Hrn. *Dollond* in London zuerst bei Mikroskopen (besonders für Schafwollmesser, Eirometer) verwendeten, bei astronomischen Fernröhren lange bekannten Doppelbildmikrometer. Sie bestehen für Mikroskope aus einem planconcaven Glase, welches genau in seinem Durchmesser von einander geschnitten, und dann wieder dergestalt in eine Fassung zusammengepafst ist, dafs die zwei Hälften sich durch ein Triebwerk über einander verschieben lassen. Genau auf einander gepafst zeigen sie ein einfaches Bild des Objectes, verschoben ein doppeltes Bild. Um nun damit zu messen, wird diese Vorrichtung unter dem Mikroskope vor das Objectiv ge-

bracht, und die Linsenhälften so verschoben, dafs die zwei Bilder ganz über einander laufen, und ihr Durchmesser dann durch Hülfe der an den Fassungen angebrachten Scalen auf ähnliche Art bestimmt wird, wie bei dem vorigen Apparate. Die bei so vielerlei complicirteren Objecten bei dem Gebrauche dieses Apparates eintretende Störung der deutlichen Ansicht, hat demselben, der überdiefs bei seiner Kostbarkeit keinen Vortheil vor dem vorigen zeigt, wenig Eingang verschafft.

Um eine durch das Mikroskop erforschte Beobachtung aufzubewahren, und Anderen deutlich mitzutheilen, ist eine gute Zeichnung vielfältig unerläfslich. Gegenstände unter dem Mikroskope zu zeichnen, hat aber eigene Schwierigkeiten. Wer mit freiem Auge zeichnet, wechselt in ungemeiner Geschwindigkeit mit beiden Augen die Ansicht des Gegenstandes und seiner Zeichnung, ja so schnell, dafs er zuletzt in die Täuschung verfällt, er sehe sie zugleich an. Geübte stellen dann den Gegenstand willkürlich in natürlicher Gröfse oder verkleinert dar. Der mikroskopische Zeichner kann sein Object nur mit einem Auge sehen, während er dann gewöhnlich seine Zeichnung mit beiden ansicht. Bei geringen Vergröfserungen durch Loupen und einfache Linsen, die in der Hand gehalten, oder selbst ans Auge befestiget, oder, wie die Uhrmacher zu thun pflegen, mit den Augenmuskeln gefafst werden können, haben sich viele Zeichner eingeübt, mit dem linken Auge ins Mikroskop zu sehen, und mit dem rechten zu zeichnen. Bei starker Vergröfserung geht das aber nicht mehr an, und es wird, besonders bei der gewöhnlichen senkrechten Stellung der Mikroskope, sehr lästig, bei jedem Blick ins Mikroskop die ganze Körperlage zu ändern. Man hilft sich wohl, indem man neben dem Tische, worauf man zeichnet, das Mikroskop links auf einen nie-

deren Tisch stellt, der genau so hoch seyn mufs, dafs man beim Hineinsehen ins Mikroskop seine Stellung, und gegen das Papier die gewöhnliche Sehweite beibehält. Dann wird, wie bei den Handmikroskopen, mit dem linken Auge ins Mikroskop gesehen, und mit dem rechten gezeichnet. Horizontal stehende Mikroskope, in welche man gerade sitzend sehen kann, erleichtern dieses Verfahren, und sind den Zeichnern daher erwünscht; und den Beifall, den die katadioptrischen Mikroskope des Herrn Professor *Amici* erhielten, dankten sie grofsen Theils dieser Bequemlichkeit. Man kann aber auch jedes dioptrische Mikroskop zum Horizontalstellen einrichten, indem man, nach der von englischen Künstlern schon vor beiläufig dreifsig Jahren ausgeführten Methode, das Mikroskop sammt der Säule, an welcher es selbst oder der Objecttisch bewegt wird, auf eine zweite kurze Säule mittelst einer Nufs, wie die Perspective auf ihren Stativen setzt, wo es dann sowohl senkrecht als horizontal, und in allen schiefen Richtungen gebraucht werden kann. Jedoch da der Objecttisch in letzteren Fällen vertical stehet, so kann man dann nur befestigte Objecte, und auch keinen Tropfen Flüssigkeit auf einem flachen Glase untersuchen. Man hat aber auch Mittel gefunden, in senkrecht stehende dioptrische Mikroskope horizontal, und folglich aufrecht sitzend zu sehen; und dieses besteht in der Anwendung des *Sömmering*'schen Spiegelchens, den man genau so am Ocular befestiget, wie Hr. Dr. *Sömmering* (*Dingler*, polyt. Journal, Bd. 7.) und ich selbst zur Bestimmung der Vergröfserungen (in diesem Journ. IV. 1., S. 7) beschrieben haben. Man erblickt dann in dem Spiegelchen das Object eben so klar, als durch unmittelbare Ansicht. Auch die von Herrn *Amici* dazu eingerichtete *Camera lucida* kann hierzu gebraucht werden, sie ist aber viel kostbarer, und leistet

wenigstens nicht mehr. Alles bisher Gesagte gilt jedoch nur vom Zeichnen mit freier Hand. Will man aber die Umrisse oder die Verhältnisse der Theile unfehlbar mechanisch nachzeichnen oder wenigstens andeuten, so muſs das Bild des Objectes auf das Papier, mittelst des *Sömmering'*schen Spiegelchens oder einer *Camera lucida* projicirt werden, wobei die Hauptschwierigkeit darin liegt, die Beleuchtung und die Sehweite gegen das Papier so zu treffen, daſs nicht nur das Bild klar, sondern auch der Bleistift, mit dem man zeichnet oder andeutet, hinlänglich sichtbar wird. Da es nun unangenehm ermüdend ist, auf eine senkrechte Wand zu zeichnen, so pflegt man, wo möglich, die horizontale Stellung der Mikroskope hier anzuwenden. Die Erfahrung hat ferner gelehrt, daſs man hierbei viel leichter mit weiſsem Stifte auf schwarze oder braune Fläche (Naturel-Papier), als mit schwarzem Stifte auf weiſses Papier zeichnen kann.

Durch das Mikroskop zeichnet man entweder in der nämlichen Gröſse, in der man das Bild sieht, oder grösser oder kleiner. Man täuscht sich aber hierbei leichter, als beim Zeichnen mit freiem Auge, und erstaunt oft selbst über die Gröſse des Bildes, wenn man es nach der eben beschriebenen Weise in normaler Sehweite auf Papier projicirt; indem man zu leicht vergiſst, daſs z. B. eine Linie bei 240maliger Vergröſserung zwei Fuſs lang wird, welches in der Fläche noch ungeheurer erscheint. Daher sind fast alle mikroskopischen Zeichnungen kleiner, als das Bild wirklich war; und der geübte Zeichner wählt jene Gröſse, in welcher er sich im Stande fühlt, alle jene feinsten Theile, die er in dem vergröſserten Bilde wahrnehmen kann, auch deutlich und bestimmt auszuführen. Nur bei Zeichnungen durch Loupen, die nur drei bis vier Mal vergröſsern, bemerkt

man oft, dafs Anfänger im mikroskopischen Zeichnen die wirkliche Gröfse des gesehenen Bildes überschreiten.

Möchten endlich die Naturforscher, welche ihre mikroskopischen Beobachtungen bekannt machen, dahin zu vermögen seyn, immer dabei sowohl die Beschaffenheit des gebrauchten Mikroskopes und die gewählten Vergröfserungen, als auch die Art der Beleuchtung, Vorbereitung des Objectes u. s. f. genauer anzugeben, indem sonst ihre Collegen nie vollhommen im Stande sind, weder den Werth der mitgetheilten Beobachtung zu würdigen, noch selbe vergleichend zu wiederholen.

Diese vorstehenden Bemerkungen habe ich oft gelegentlich und stückweise meinen Schülern und jungen Freunden, die sich zu mikroskopischen Forschungen anschickten, mündlich mitgetheilt. Die verehrten Herrn Herausgeber dieser Blätter sind der gütigen Meinung, sie dürften auch aufser meiner nächsten Umgebung in einem gröfseren Kreise willkommen und nützlich seyn, und forderten mich seit längerer Zeit auf, sie niederzuschreiben. Sie mögen es nun gütigst verantworten, wenn strengere Beurtheiler in diesen rein practischen Bemerkungen neue wissenschaftliche Facta und Ansichten vermissen sollten.

Zusatz zu S. 142. Die Kürze der Sehweite bei stärkeren Vergröfserungen gegen 150 — 200, hindert die Beleuchtung opaker Gegenstände von oben, und für diesen Gebrauch sind daher nur schwächere Vergröfserungen geeignet. Selbst die *Lieberkühn*'schen Spiegel, die man, besonders bei einfachen Linsen, zur Beleuchtung opaker Objecte gebraucht, werden bei stärkern Vergröfserungen unanwendbar, indem sie, die in diesem Falle immer tiefer werden müssen, die Annäherung des Objectes in den richtigen Sehepunct hindern.

II.

Über die wässerigen Meteore auf den Zipser Alpen in Ungarn;

vom

Dr. *G. C. Rumy.*

(Ein Beitrag zur vaterländischen Meteorologie.)

(Fortsetzung.)

Wir wenden uns nunmehr zur Ursache jener Überschwemmung, die in ihrer Art eben so auſserordentlich gewesen seyn muſs, als sie es in ihrer Wirkung war. Ich wunderte mich gar nicht, als ich gemeine Leute darüber urtheilen hörte, denen ein 48stündiger Regen nicht hinreichend schien, sie herbei zu führen; und sie hätten Recht gehabt, wenn dieser, obgleich anhaltend, nirgends stärker als in Käsmark und den nächsten Umgebungen dieser Stadt gewesen wäre; denn sie konnten es eben so wenig als ich vergessen haben, daſs es bei ihrem Denken mehrmal eben so lange und eben so wild geregnet habe, und gleichwohl keine schädliche Überschwemmung erfolgt sey. Sie nahmen daher ihre Zuflucht zu unterirdischen Wässern, und meinten, diese wären stromweise aus der Erde hervorgequollen, und hätten sich mit jenen aus den Wolken vermischt; sie beriefen sich, diese Meinung fest haltend, auf den Augenschein, da sie noch nach Ablauf des Wassers an vielen abhängigen Stellen starke Quellen, die vereinigt sich nach Art der Bäche ergossen hatten, fanden, wo doch vorher nie Spuren davon zu sehen waren. Diese Meinung kann man Leuten, die ihr Denkvermögen zu üben keine Zeit, keine Gelegenheit, vielleicht auch nicht Willen genug hatten, ohne Bedenken hingehen lassen,

obgleich auch sie es wissen sollten, dafs in trockenen Sommern reiche Quellen arm, in nassen die armen reich werden, und wenn es sehr viel regnet, Wasser auf ihren Äckern hervorsprudelt, wo sie es sonst nie gefunden hätten; sie sagen dann in ihrer Sprache, es haben sich neue *Sprenken* (Springwässer) geöffnet. Allein was sollte ich dabei denken, wenn Menschen von nicht gemeinem Sinn, oder gar auch zum gelehrten Stand gehörig, ein Erdbeben zu Hülfe nahmen, um diese, freilich nie in und bei Käsmark gesehene Wassermenge aus ihr, als einer neuen, wo nicht Quelle, vielleicht nur Bedingung herleiten zu können. Hätte ich irgend eine wirkliche Erschütterung der Erde wahrgenommen, so wäre die Sache aufser Zweifel gewesen; allein sie war nur eingebildet, nicht wirklich, und zwar aus dem einzigen hinreichenden Grunde, weil keine uneingenommene Menschenseele etwas davon empfunden hatte. Das, was den Gedanken von einem Erdbeben erzeugte, waren einige unbeträchtliche Erdfälle in einer Kirche, wo vor Zeiten viele Menschen begraben worden sind, und etwas gröfsere auf einer Landstrafse, die sich an dem Abhange eines Hügels gegen Hundsdorf hinzieht. Die ersteren aus ihrer Ursache begreiflich zu machen, ist doch wahrlich keine schwere Sache; sie fällt einem jeden, der öfters in die Todtengärten kommt, von selbst in die Augen. Er weifs es, dafs die Grabhügel, theils durch die eingesenkten Särge, theils durch die aufgegrabene, und eben durch das Graben locker gemachte Erde, entstehen. Wird diese nach mehreren durchdringenden Regen genügsam angefeuchtet, so setzt sie sich, wie man im gemeinen Leben zu sagen pflegt, d. h. sie wird im feuchten Zustande durch die vermehrte Schwere genöthigt, in sich selbst zu sinken und einen kleinern Raum einzunehmen; waren die Särge, auf welche sie drückte,

schon ganz oder zur Hälfte vermodert, so zerbrachen die Decken, liefsen die Erde tiefer herabsinken, und die Hügel müssen unter solchen Umständen auf allen Gräbern verschwinden. Bei Begräbnissen in den Kirchen kann man freilich an keine Grabhügel denken, denn da mufs alles immer eben gemacht werden; allein die Erde wurde durch das öftere Aufgraben doch immer locker gemacht, konnte aber nicht so leicht zusammensinken, weil sie von oben her nicht angefeuchtet wurde; wenn dagegen nach so vielen anhaltenden Regen das Tagewasser bis unter die Gebäude dringt, und den trocknen Schutt alter Gräber in den Kirchen ganz durchdringt, mufs nicht in diesem Falle die Erde hier und da, nach Verschiedenheit ihres Zustandes, mehr oder weniger einsinken? Hat man hierzu eine andere Ursache, als das Wasser anzunehmen nöthig? Eine Erschütterung der Erde hätte vielleicht den Sturz der Kirche, und nicht die unbedeutenden Erdfälle bewirkt. Eben diese Kraft, die hier thätig war, verursachte auch die gröfsern Einsenkungen auf einer Landstrafse. Das Wasser, nämlich das vorhin dem Abhange nach über die Strafse wegflofs, drang oberhalb dieses tief in den aufgelockerten Boden bis auf den felsigen Grund des Hügels, und bahnte sich bei den unaufhörlichen Regen einen Abzug, nicht wie vorhin über, sondern unter jener durch die trockenen Erdschichten, wo Schutt und Steine abwechselnd über einander lagen. Das Wasser, das durch diese Materien durchzudringen genöthiget wurde, um am Abhange unterhalb der Strafse abfliefsen zu können, machte erst kleine, unterirdische Höhlungen, und wie es immer mächtiger wurde, schwach gewölbte, schmälere Canäle, so lange, bis sie unter der Last des vom Regen aufgeweichten und schwer gewordenen Weges zusammenstürzten, wodurch hier Vertiefungen, dort Erhö-

hungen auf mehreren Stellen gedachter Strafse entstanden, die ich selbst gesehen, und die ich mir auf der Stelle aus den angezeigten Ursachen begreiflich machen konnte, ungezwungen, andern weit hergeholten nachzusinnen.

Dafs die Überschwemmung, wie grofs sie immer war, lediglich vom Regen bewirkt wurde, daran habe ich keinen Augenblick gezweifelt; weil aber dieser in Käsmark nicht aufserordentlich war, so dachte ich an jene Wolkenbrüche in den Alpen, die noch im frischen Andenken waren, obgleich an ihren Abhängen nicht die geringste Spur von so einem Gufsregen zu sehen war. Ich ging mit dem Herrn Doctor *Wahlenberg*, nachdem sich das Wasser verlaufen hatte, auf den Gipfel des Stöschens, um von daher den Lauf der wilden Ströme von ihrem Ursprunge her bis zur Einmündung in die Poper zu übersehen. Ihr Zug von dem Fufs der Alpen durch Wälder und Felder war wohl durch das unermefsliche Gerölle von frischem Ansehen genugsam bezeichnet, aber die Stellen, von welchen her sie mit solcher Gewalt losgebrochen sind, konnte ich nicht ausfindig machen. Einige Tage darnach begleitete ich den erstgenannten Herrn Doctor tief in die Kupferschächte, um zu sehen, was da hinten geschehen seyn mochte, fand aber in der Höhe über der oben angezeigten Wolkenregion bis zu den höchsten Gipfeln alles in dem Stande, wie es vor der Überschwemmung gewesen ist. Kein Baum, kein Strauch war entwurzelt, alle Triften und Fufssteige so gut, wie vorhin; nur an berasten, steilen Abhängen waren zwei bis drei unbedeutende neue Risse entstanden, zum Beweise, dafs es auch da, obgleich nicht ungewöhnlich stark, geregnet habe. Dagegen fand ich das ganze Thal, *Kalkgrund* genannt, durch welches wir unsern Weg aufwärts genommen haben, von Stei-

nen verschiedener Gröfse, mit mehr und weniger Gehölz verworren, so hoch bedeckt, dafs das Gehen darüber beinahe unmöglich gemacht worden ist. Wir wählten daher den Fufssteig, der an der südlichen, abhängigen Seite des Thals von weidenden Pferden und ihren Hütern ausgetreten ist, gingen auf ihm ungehindert fort, denn kaum eine und die andere Schlucht nöthigte uns behutsam darüber weg zu gehen, und ich merkte es bald, dafs auf dieser Seite der Ursprung des Stroms, welcher Steine und Geschiebe in das Thal und von da herab bis in die Poper geführt hatte, nicht zu suchen sey. So wie wir aber dem Drechselhäuschen näher kamen, sah ich an der andern Seite von dem Rücken des hintern Stöschens mehrere, theils neue, theils veraltet gewesene, jetzt aber erneuerte Schluchten herablaufen, die mit Steinmassen ausgefüllt ein hinreichender Beweis von einem Wolkenbruch, der sich hier seines Wassers entlediget hat, nicht nur für jetzt sind, sondern auch für die Nachwelt bleiben werden, zumal, da wir weiter hinauf, wie ich es bereits gesagt habe, nichts Ähnliches mehr fanden.

Als ich diese sprechenden Spuren von einem grossen örtlichen Regengusse auf den östlichen Halden des hintern Stöschens gefunden hatte, so schlofs ich daraus, dafs sie auch an den westlichen wahrzunehmen seyn müfsten, und wurde in dieser Meinung durch die bald darauf erfolgten Berichte von Augenzeugen bestärkt. Selbst ging ich erst im Sommer 1814 längs dem weifsen Wasser, welches jene oben angezeigten Käsmarker Wiesen so schrecklich verwüstet hatte, hinauf bis hinter die weifse Wand in das vordere Kupferschächter-Thal. Kaum war ich da, der Stelle gegenüber, wo ich im vorigen Spätsommer die ersten Anzeigen von einem Wolkenbruch gefunden habe, so wurde ich vollkommen von

dem überzeugt, was ich selbst gemuthmaſst, und dann von andern gehört hatte. Erstaunen muſste ich über die Metamorphose eines kleinen, mir von jeher bekannten Reviers, welches jetzt unkenntlich worden war. Die ganze Oberfläche eines dasigen Abhanges mit Wald und Rasen wurde von dem Wasser rein weggewaschen, das unterliegende Holz gestürzt, mit Trümmern überschüttet, und zwei seitwärts aufsteigende Schluchten an ihren Ausgängen vollgefüllt, und so geebnet, als wenn es Menschen angeordnet hätten. Von diesem engen Raum her ergoſs sich das Gewässer in den Bach, der auf der Stelle zu einem reiſsenden Strome anwuchs, und abwärts mit verwüstender Gewalt aus dem engen Thale hervorbrach; aufwärts aber alles so unangetastet und unversehrt liegen lieſs, wie die Bäche des Kalkgrundes oberhalb der angezeigten neuen Schluchten. Ich fand also die gesuchte Quelle zweier wilder Ströme, die sich unterhalb Käsmark in die Poper ergossen; sie flutheten in den Fluſsbetten des immer klaren, weiſsen Wassers, und in dem Beelbach, und ich glaube, daſs es solchen Anzeigen gemäſs für einen aufmerksamen uneingenommenen Forscher nicht bedenklich seyn wird, einen Wolkenbruch über dem Rücken des mehrmal erwähnten hintern Stöschens anzunehmen, und den Bericht davon gelten zu lassen. Auffallend war es mir aus diesem Grunde, daſs Herr Dr. *Wahlenberg*, der doch die nämlichen Stellen mit eigenen Augen gesehen, und die angerichteten Verwüstungen messen konnte, der die Spuren von örtlichen Ergieſsungen aus der neuesten Zeit auf den südlichen Abhängen der Alpen täglich vor Augen hatte, gleichwohl diese Überschwemmung, von welcher er, so wie von ihren alles überwältigenden Fluthen Augenzeuge gewesen war, von einem Normalregen abgeleitet hat. Wenn ihm der Augenschein in den Alpen

nicht genügend war, so sollte er an den Umstand gedacht haben, dafs das Wasser bis zum Verlaufe der ersten 24 Stunden im Steigen war, dann aber, obgleich der Regen heftiger wurde, doch nicht mehr gestiegen, sondern zehn Stunden vor seiner vollendeten Periode zu fallen angefangen habe. Unmöglich hätte dieses erfolgen können, wenn nicht grofse, auf einzelne Flecken beschränkte Ergiefsungen gleich am ersten Regentage Statt gefunden hätten; denn wäre der zwar anhaltende, aber sich überall gleich bleibende Regen die einzige wahre Ursache des Steigens der Wasser gewesen, so hätte es seine gröfste Höhe nicht in der Mitte, sondern am Ende desselben erreichen müssen.

Diese Gründe für die Gewifsheit aufgefundener Quellen jener Gewässer, die sich theils in den Beelbach, theils in das weifse Wasser gestürzt hatten, sind für mich, und hoffentlich auch für andere, die es der Mühe werth achten, sie gehörig abzuwägen, überzeugend. Hiermit aber ist die Überschwemmung oberhalb Käsmark und Leibitz nicht begreiflich gemacht worden, weil beide genannten Bäche nur unterhalb jener Stadt in die Poper fallen: woher erhielt also diese vor der Vereinigung mit dem weifsen Wasser und der Leibitzbach ihre verheerende Wassermenge? Ich erschrack, als ich den letzten in seiner gräfslichen Fülle drei reissende Ströme dicht neben den Mauern gedachter Stadt bilden, und bald darauf die Poper zwischen den Gebäuden der Vorstadt tobend und rauschend gesehen hatte. Ich konnte bei diesem schreckbaren Anblicke an nichts, als an die mir bekannten Wolkenbrüche denken, doch war ich dabei mifstrauisch, weil ich es weder selbst erlebt, noch von den Vorfahren gehört habe, dafs sich je zu einer und der nämlichen Zeit mehrere in benachbarten Revieren ereignet hatten. Alle vom Wasser unweg-

sam gemachte Gegenden konnte ich nicht so wie jene am Stöſschen besuchen, daher muſste ich mich dieserwegen bei Leuten erkundigen, die das nämliche an ihrer Stelle, was ich an meiner, gethan hatten, und ihre Berichte kamen alle darin überein: daſs am Fuſse der Lomnitzer Spitze, in dem Bezirke, der unter dem Namen *Rosengarten* bekannt ist, so wie auf dem Leibitzer Gebiete, an und neben dem weiſsen Berg, die Wolken sich plötzlich ergossen, und groſse Verheerungen auf der Stelle bewirkt haben. Die Zeugen, auf die ich mich hier berufe, sind nicht einzelne Menschen, sondern ganze Gemeinden; denn je häufiger die Landleute im Herbste in die Wälder zu gehen Ursache hatten, und gelegenheitlich dahin geriethen, wo das viele Gewässer gleichsam geboren wurde, um so viel mehr Bestätigung erhielten jene früheren Berichte, und um so umständlicher sind die spätern zur allgemeinen Kunde gebracht worden. Jetzt, da die Waldwege wieder fahrbar gemacht sind, zweifelt Niemand mehr an den örtlichen Ergieſsungen; denn sehr viele Menschen haben sich davon an Ort und Stelle überzeugt, und ein jeder, der es der Mühe werth hält, die Zerstörungen daselbst zu betrachten, kann sich von dem ersten besten Landmann dahin führen lassen.

Diesen Ereignissen zu Folge trage ich kein Bedenken, ähnliche Regengüsse auch in den westlichen Theilen der Alpen, aus welchen die Waag ihre Zuflüsse erhält, anzunehmen; denn der nämliche, ja gröſsere Erfolg, zu der nämlichen Zeit und unter eben solchen Umständen bewirkt, hat in Beziehung auf eine und dieselbe Ursache ein ungleich gröſseres Gewicht als die dagegen erregten Zweifel des Ungewöhnlichen und Ausserordentlichen wegen. Man hat zwar auch in Liptau, so viel mir bekannt worden ist, mehrere, vielleicht auch

andere als die von mir angegebenen Ursachen, ausgedacht; allein die besser Unterrichteten, besonders diejenigen, die bis zum Ursprunge der Überschwemmungswässer gekommen sind, haben nach und nach den Wahn verscheucht, und der Wahrheit durch ihr Zeugnifs überall Eingang verschafft. Eben diese Ursache mag endlich auch, obgleich dem Grade nach weniger in den Schmölnitzer und den benachbarten Gebirgen gewirkt haben, da die Verheerungen am Hernad und an den ihm zufliefsenden Bächen nicht viel geringer, als die an der Poper waren.

Anmerken mufs ich hier, dafs nach Verlauf einiger Jahre, nachdem die Berichte von mehreren Wolkenbrüchen immer neue Bestätigungen erhielten, die Zweifel dagegen bei den meisten Anwohnern der Alpen verschwunden sind. Die aufserordentliche Wassermenge war ihnen anfänglich zu grofs, als dafs sie dieselbe von einer sonst schon bekannten Ursache hätten ableiten wollen; sie wollten klüger als diejenigen seyn, die ohne affectirte Einsicht in die geheimen Naturoperationen das viele Wasser aus schweren Wolkenmassen jählings herabfallen liefsen, meinend, das Aufserordentliche könne durch das Ordentliche, zumal wenn es bekannt ist, nicht wohl bekannt gemacht werden, und diefs war gerade der Irrthum, in den sie wider ihr Wissen gerathen sind.

Der Annahme mehrerer Wolkenbrüche zu gleicher Zeit und an mehreren Orten stehen die sogenannten *Platzregen* entgegen. Wozu jene? wenn man bei Überschwemmungen mit diesen auskommen kann. Allerdings wahr. Wenn man aber mehrere Stellen nachweisen kann, wo Wolkenbrüche und nicht Platzregen gewirkt haben, was soll so ein scheinbarer Einwurf? Es ist bekannt, dafs sich diese über einen weit gröfsern Raum ergiefsen, als jene. Wer von dieser Wahrheit nicht überzeugt ist,

der kann sich durch den Augenschein in Alpengegenden belehren, daher mnſs auch die Wirkung von den letztern, den Platzregen, weder so schnell noch so groſs seyn, als von den ersten, weil das Wasser auf einen groſsen Raum sich nach allen Gegenden vertheilen kann, auf einen kleinen aber gewöhnlich in einer und der nämlichen Richtung mit groſser Gewalt abfluthet, und eben das zu Stande bringt, was man den Wolkenbrüchen zuschreibt. Es ist aus diesen Ursachen, wenn auch nicht alles trügt, gar nicht wahrscheinlich, daſs die Platzregen die Wolkenbrüche bei solchen Überschwemmungen überflüssig machen sollen; dagegen aber lasse ich es gelten, daſs beide Arten von Ergieſsungen zu der nämlichen Zeit, aber an verschiedenen Orten Statt haben können. Ich habe Gelegenheit gehabt, mich hievon nach der Überschwemmung, von welcher eben die Rede ist, zu überzeugen; ich fand nämlich auf mehreren Hügeln bei Käsmark viele Spuren, die für einen Normalregen zu groſs, und für einen Wolkenbruch zu klein waren.

Ich könnte die Erörterung dieser Materie schlieſsen, da ich mich lange genug dabei aufgehalten habe, weil aber eine nähere Aufklärung derselben nicht ohne Interesse ist, so will ich noch Einiges, was mir bei dem Anblicke der vielen Gewässer in den Sinn gekommen ist, ohne dem Urtheile Anderer vorgreifen zu wollen, in der Kürze angeben.

Die Frage: *Welche Ursachen haben die Überschwemmungen hervorgebracht?* ist bereits ausführlich beantwortet worden, und ich will kein Wort mehr darüber verlieren; allein die zweite Frage, die man hier machen kann: *Welche Ursache mag wohl zur nämlichen Zeit, vielleicht gar in der nämlichen Stunde, und an mehreren von einander entfernten Orten, die Wolkenbrüche bewirkt haben?* Diese Frage, sage ich, ist von einer ganz ande-

ren Art, und in dem Sinne, wie es die Wifsbegierde der Menschen haben will, nicht leicht beantwortlich; denn Niemand ist vermögend, die kurz dauernden, nicht in die Augen fallenden meteorischen Prozesse in unserer Atmosphäre zu beobachten, daher es auch bis jetzt nicht möglich ist, die Zeit, wenn ein sanfter oder scharfer Regen eintreten werde, bestimmt anzugeben. Meine Absicht ist dem zu Folge gar nicht, hier mit Gewifsheit zu entscheiden, sondern nur das auszusprechen, was ich über jene Frage muthmafsend denke.

Ich habe es oben gesagt, dafs am zweiten Regentage, d. i. den 25. August, der Nordwind sehr fühlbar geweht habe, da den Tag vorher die Luft von Süden kam; ich schlofs daraus, durch vieljährige Erfahrungen belehrt, dafs es bereits auf den Höhen der Alpen schneien müsse, um so mehr, da die Kühlung vom Wind und Regen beschwerlich zu werden anfing. Der folgende 26. August hat es dargethan, dafs ich mich in meiner Muthmafsung nicht geirrt habe, denn sobald die Alpen durch die schon getrennten Wolken an mehreren Stellen sichtbar wurden, so erblickte ich den neu ausgefallenen Schnee, und betrachtete ihn nicht ohne Vergnügen, weil ich mich überzeugt hielt, dafs der Regen wenigstens so lange ausbleiben werde, bis das Gewässer sich gröfsten Theils verlaufen haben wird. Nun stellte ich mich in der Einbildung auf den Punct hin, wo die aus entgegengesetzter Richtung kommenden Luftzüge einander berührten, und warf mir die Frage auf: Was mochten diese wohl, als sie zwischen hohen Bergen um die Herrschaft stritten, in den Wolken, die so wasserreich und schwer waren, dafs sie bis in die Waldregion herabfielen, bewirkt haben? Ich dachte, diese müssen eben so, wie die Winde, einander entgegen gekommen, und dann bei wechselseitiger Berührung in eine Stockung

gerathen seyn; die conträren Winde mufsten die entfernten Wolken immer näher an einander gebracht, und gegen die Abhänge der Berge hingetrieben haben. Dieses Zusammentreffen sowohl der Luftzüge als der schweren Regenwolken, die gegen einander aufgethürmt standen, kann man sich unmöglich ohne grofse Wirkung denken. Vielleicht flossen die an einigen Stellen zusammengeprefsten, Unglück drohenden in Massen von einem kleineren Umfange zusammen, indem sich ihre Wassertheilchen berührten, konnten aber das eben dieserwegen concentrirte Wasser nicht mehr halten, sondern liefsen es reichlicher als gewöhnlich aus ihrem Schoofse herabfliefsen. Erhielten sie dann, wenn sie leichter geworden sind, von den angränzenden so lange Zuflufs, als der Conflict der Luft dauerte, so war es möglich, dafs der hieraus begreifliche Gufsregen länger als sonst unterhalten werden konnte.

Ein solcher Vorgang nun wäre, meiner Meinung nach, ein Wolkenbruch von entgegenstrebenden Winden verursacht, wobei es nicht ein einziges Mal geblitzt hat; er würde sich von dem *Typhon*, der von Schiffern in den tropischen Meeren mehrmal beobachtet und beschrieben worden ist, in vielen Stücken unterscheiden, und vorzüglich durch die Abwesenheit des sichtbar electrischen Anziehens, wovon hier nichts wahrgenommen worden ist. Die Zeit, in welcher sich die Wolken ihres Wasservorraths am meisten und heftig entledigt haben, fällt in die Nachmittagsstunden des 25. August, folglich vor dem Ablaufe der ersten 24 Stunden dieser Catastrophe; denn schon am Abende dieses Tages fing das Wasser über sein sonstiges Mafs an zu steigen, erreichte seine gröfste Höhe um Mitternacht, fiel aber, obgleich unmerklich, nach Verlauf der folgenden zwölf Stunden, das heifst Nachmittag den 26. August, wobei

es immer, und zwar stärker als am vorigen Tage regnete.

Gesetzt aber, dieses muthmaſsliche Entstehen eines Wolkenbruches zwischen Alpen, oder am Fuſse desselben, wäre in der Natur begründet und wahr, so ist die aufgeworfene Frage doch nicht völlig durch das Obige beantwortet, denn es ist nicht um einen Wolkenbruch, sondern um mehrere, zu gleicher Zeit und an verschiedenen Orten zu thun. Schnee ist auch nicht auf allen Gebirgen gefallen, daher kann man nicht mit Gewiſsheit annehmen, daſs der Nordwind überall mit im Spiele gewesen sey.

Hierauf kann ich nichts erwiedern, weil ich nur in Käsmark den Wind und das Wetter beobachtet habe; aber den Aussagen fremder, mit der Natur nichts weniger als vertrauter Menschen ohne Bedenken Beifall geben, hieſse sich selbst in Miſskredit setzen, daher bleibt hier nichts als die Analogie übrig, nach welcher ähnliche und gleiche Effecte auf die nämliche Ursache zurückweisen. Die Annahme, daſs überall, wo in der Nähe der Alpen sich ein Wolkenbruch ereignet habe, die Winde aus entgegengesetzter Richtung geblasen haben, ist an sich nicht unbegreiflich, vielmehr beifallswürdig, weil der Nordwind, der auf den Alpen den Schnee erzeugt hat, auf diesen Höhen allein nicht eingeschränkt werden konnte; er muſste, wenn auch nicht in dem nämlichen Augenblicke, doch in kurzer Zeit darnach seine Herrschaft weiter gegen Süden ausdehnen.

Noch ist eine, wie es scheint, nicht unwichtige Frage übrig, die ich aber viel weniger befriedigend als die vorige zu beantworten im Stande bin. Sie lautet so: *Woher kam es, daſs nach der groſsen Überschwemmung von* 1813 *nicht, wie es zu vermuthen war, trockene, sondern überall mehrere nasse Sommer in einer beinahe un-*

unterbrochenen Reihe erfolgt sind? Ich habe oben gesagt, daſs schon im achten und neunten Jahre dieses Säculums starke Regen und ein Wolkenbruch ober und unter den Alpen die Flüsse und Bäche bis zum Austreten über die Ufer gebracht haben; seit dem zwölften aber waren alle Sommer bis zum sechzehnten übermäſsig naſs, und bald hier, bald dort schädlich. Über das zwölfte und dreizehnte kann ich stillschweigend weggehen, weil ich beide oben genugsam charakterisirt habe; das vierzehnte aber ist durch Überschwemmungen der Donau und des Szamos an der Gränze Siebenbürgens merkwürdig, und das funfzehnte und sechzehnte war für die Theiſsgegend durch Übertretung des Theiſsstromes merkwürdig und verderblich. Selbst das entfernte Sachsen hat zur nämlichen Zeit groſsen Schaden gelitten, und noch 1817 wurde aus Straſsburg und England berichtet, daſs der Rhein und die Themse ähnliche Überschwemmungen, wie vorhin anderwärts, verursacht haben. Dagegen waren die zwei Sommer 1810 und 1811 meistens trocken und warm, besonders hat sich der letztere in dieser Hinsicht unter vielen ähnlichen zu seinem Vortheile ausgezeichnet, und gerade in demselben war jener Komet, den man so lange angestaunt hatte, in seiner Sonnennähe in den Bahnen der Planeten. Zwei nasse Sommer der Jahre 1808 und 1809 gingen seiner Erscheinung vorher; so wie er aber im Jahre 1810 der Sonne näher kam, wurde es wärmer und trockner, und als er ihr am nächsten war, trat der schönste Sommer seit 1798 ein. Eben so änderte sich die Scene, als er sich von der Sonne entfernte; der Winter 1811 — 1812 war noch trocken und heiter, obgleich sehr kalt; der darauf folgende Sommer war im Ganzen fast eben so warm, wie der vom Jahre 1810, aber naſs bis zum Übermaſs; der Verlauf der folgenden endlich ist schon angezeigt wor-

den. Ich gerieth nach Vergleichung dieser Jahre von selbst auf den Gedanken, ob nicht der Komet, der von denen, die ich mit unbewaffneten Augen gesehen habe, der gröſste war, in seiner Sonnennähe Trockenheit und Wärme verursacht habe, bei der Entfernung aber von ihr eine Gelegenheitsursache der vielen und beschwerlichen Regen gewesen sey? Diese Frage, die ich mir selbst aufgeworfen hatte, blieb lange Zeit unbeantwortet, und ich hätte vielleicht darauf vergessen, wäre ich nicht durch mehrere Berichte, nach welchen man anderwärts eben so dachte, neuerdings aufmerksam gemacht worden. Die Annahme, daſs dieser Komet seinen Wirkungskreis bis auf unsere Erde ausgedehnt habe, ist der Natur nach nichts mehr, als eine Hypothese, denn bis zur Evidenz kann so eine Meinung nicht gebracht werden; sie ist aber nicht aus der Luft gegriffen, und man kann mehrere Gründe für sie anführen, die vielleicht nicht ohne Gewicht seyn mögen, daher ich kein Bedenken trage, sie anzugeben.

Ich nehme *erstens* als eine nicht zu bezweifelnde Wahrheit an, daſs alle Himmelskörper in wechselseitiger Wirkung stehen; so klein uns z. B. der Merkur am Himmel erscheint, und so leicht er nach dem Urtheile eines Unkundigen zu vermissen wäre, so würde sein Verschwinden doch unabsehbare Folgen haben, die, wenn sie uns vorgelegt werden könnten, Erstaunen erregen würden. *Zweitens* wissen wir, daſs unser Mond auf Ebbe und Fluth der Meere, wo nicht ganz allein, doch den meisten Einfluſs habe; ob er aber auch auf unsere Atmosphäre und deren Modificirung wirke? ist weniger gewiſs; etwas mag aber doch an dieser Meinung wahr seyn, denn wenn er das Wasser der Meere erst anziehen, und dann zum Ausweichen bringen kann, so muſs ja vorher das viel leichtere Luftmeer eben so modificirt

werden, welches ohne irgend eine Folge nicht gedacht, obgleich von uns weder wahrgenommen, viel weniger zum Voraus angezeigt werden kann. Was ferner die Planeten auf unserer Erde bewirken? dieſs kann uns Niemand sagen; wir würden es nur dann erfahren, wenn sie entweder ihre Bahnen verlieſsen, oder vernichtet würden, sonst kann man auf ihr Unvermögen keinen Schluſs machen. Wenn diese Theorie fest steht, so wird die Meinung, daſs, wenn ein solcher Himmelskörper, wie jener Komet, in die Bahnen der Planeten eintritt, dieſs nicht ohne merkbare Folgen für sie, so wie für unsere Erde seyn kann, nicht für grundlos geachtet werden können; und wenn dann zu der Zeit eine ungewöhnliche Witterung eingetreten ist, so darf man wohl diese als jene Folge ansehen.

Zur Bestätigung des Gesagten kann ich noch dieses anführen:

Der Sommer des Jahres 1807, in welchem auch ein beträchtlich groſser Komet zu sehen war, hatte mit dem vom Jahre 1811 viele Ähnlichkeit; nur darin wich er von ihm ab, daſs die Hitze im Jahre 1807 später eintrat, aber desto penetranter gewesen ist; die beiden vorhergehenden Sommer aber, so wie die nachfolgenden, waren theils durchaus, theils nur einige Monate sehr naſs. Diese Übereinstimmung gibt daher der Meinung von dem Einflusse der Kometen auf unsere Atmosphäre allerdings ein neues, aber nicht entscheidendes Gewicht, daher bleibt sie auch nur eine Hypothese.

Nachdem ich mich über den Regen in und unter den Zipser Alpen genugsam erklärt habe, so lasse ich das Urtheil über die Frage: *In welcher Alpengegend wohl die gewaltsam einbrechenden Regen die häufigsten sind?* für Diejenigen heimgestellt seyn, die entweder aus eigenen Erfahrungen, oder durch zuverläſsige Zeugnisse

belehrt, mehr als ich darüber zu sagen befugt sind. Wahr ist es, und ich habe es oben dargethan, dafs auf den hiesigen Alpen nicht eben viele Spuren von Wolkenbrüchen vorhanden sind. Die bedeutendsten sind die der neuesten Zeit unseres Jahrhunderts, dagegen die der vorigen schon gröfsten Theils verwaschen und verrollt sind; daher ich mich geneigt finde, gegen die *Wahlenberg*'sche Behauptung, als ob gerade hier die wilden Wasser am öftesten tobten, mifstrauisch zu seyn. Hätte der gelehrte schwedische Forscher den Vergleich zwischen den hiesigen und den lappländischen Alpen allein gemacht, so würde ich ihm ohne Bedenken meinen Beifall zollen; da er aber auch die Schweizer Alpen mit hineinzog, so ist mir die Sache bedenklich geworden. Allenfalls könnte er in Betreff solcher Berge, die von Südwinden nicht bestrichen werden können, recht haben; überall aber, wo diese ungehindert wehen, und Wasserdünste hinbringen, werden die nämlichen Meteore in einem höheren Grade, als hier, erzeugt werden, denn die italienische Luft ist unstreitig wärmer als die ungarische aus der Theifsebene kommende, wovon die Beweise in der Verschiedenheit der Vegetation vor Augen liegen.

So wahr und unbezweifelt dieses ist, so mufs ich doch wieder bekennen, dafs die hiesigen Mittelgebirge, ja selbst die unbewaldeten Hügel von Wolkenbrüchen mehr als die Alpen heimgesucht werden. Die Leibitzer Berge, die ihnen in gerader Richtung in der Distanz von fünf Stunden entgegen stehen, sind diesem Zufalle vor andern ausgesetzt, daher der Bach, der zwischen ihnen entspringt, sehr oft aus seinen Ufern tritt, und sowohl in Leibitz als Käsmark schädliche Überschwemmungen verursacht. Die Bäche bei Leutschau und

Kirchdrauf *), die zum Theil aus eben den Bergen ihren Wasservorrath erhalten, haben gleichfalls mehr als ein Mal seit meinem Denken grofse Verwüstungen in Feldern und Wohnorten der Menschen angerichtet. Überhaupt kann ich sagen, dafs in der Zips selten ein warmer, gewitterreicher Sommer vergeht, ohne dafs bald hier, bald dort in der Nähe der Alpen Wolkenbrüche ihre reifsende Gewalt ausübten; nur ist es schwer, besonders wenn sie ihr Wasser über ihren berasten Boden fallen lassen, die Stelle genau anzuzeigen, wo sich dieser Fall ereignete. Man kann wohl die von den Wildbächen bezeichneten Ströme rückwärts so weit, als man es für nöthig achtet, verfolgen, aber nicht immer glückt es auf diesem Wege die Stelle, wo der Regen am heftigsten war, ausfindig zu machen, denn die Spuren von den Strömen verlieren sich vorzüglich in wenig abhängenden, oder gar ebenen Orten, in viele kleine Rinnsäle zwischen Rasen, und führen unkundige Landleute, die der Zufall zuerst dahin brachte, nicht selten irre, daher die Anzeigen von Revieren, wo ein Wolkenbruch sich seines Wassers entledigte, nicht immer gleichlautend sind; auf Gebirgen dagegen, da, wo sie steil und gleich den Halden mit Steinen überschüttet sind, oder wo Waldbäume in Geschieben nicht tief und fest wurzeln können, ist der Ursprung des wilden Wassers auch aus der Ferne wahrnehmbar, denn seine Ströme sind wegen des grofsen und immer mehr beschleunigten Falls verwüstender, als jene auf Ebenen oder wenig geneigtem Boden.

Noch will ich zum Schlusse etwas über die hier sogenannte *Ader*, die aber unrichtig von dem gemeinen Manne zu den Wolkenbrüchen gerechnet wird, sagen.

---

*) Kirchdrauf, *Szepes - Várallya,* eine Zipser königl. Sechzehn - Kronstadt.

Wenn im Sommer finstere, Verderben drohende Wolken bei einem Gebirge vorbei oder auch über ebenes Land wegziehen, und sich regnend ergieſsen, so sieht man bisweilen einen tief herabhängenden Theil von ihnen sich der Erde nähern. Dieser Wolkenschweif nun heiſst bei dem Volke hiesiger Gegend eine *Ader*, von der man glaubt, daſs sie Überschwemmungen verursache, wenn sie ihr Wasser fahren läſst, daher pflegen Männer, Weiber und Kinder, sobald sie ihnen zu Gesicht kömmt, laut zu schreien, theils um andere darauf aufmerksam zu machen, theils um sie wegzuweisen, weil sie den abergläubischen Wahn hegen, daſs man sie durch Schreien oder andere abergläubische Mittel wie ein wildes Thier verscheuchen kann. In den ältern Zeiten ging der Aberglaube noch weiter, denn man hielt dieſs Phänomen für einen Drachenschweif, und sprach viel von dem Kampfe der Drachen in den Wolken. Ich habe so eine Ader mehr als ein Mal beobachtet, aber nie so nahe, daſs ich eine wirbelnde Bewegung in ihr hätte wahrnehmen können, nur so viel sah ich deutlich, daſs sie ihre Gestalt allmählich der Länge und Dicke nach veränderte, und am Ende von den höhern Wolken angezogen, sich in diese verbarg. Ich forschte immer nach, ob in der Gegend, wo sie hängend vorüberzog, nicht Spuren von einem Wolkenbruche anzutreffen wären? konnte aber nichts Befriedigendes erfahren; und weil meines Wissens nie eine Überschwemmung nach ihrem Erscheinen erfolgt ist, so zweifle ich, daſs so eine Ader eben das sey, wovon, als einem Typhon, uns die Reisenden zur See eine furchterregende Beschreibung geben. Weil aber dergleichen Begebenheiten ihre Gradationen haben, so mag sie vielleicht das im Kleinen seyn, was der Typhon in heiſsen Ländern im Groſsen ist.

III.

Gesetze des Gleichgewichtes, auf eine neue Art entwickelt;

vom

Professor *Nörrenberg.*

(Vierte Fortsetzung, s. III. Bd., S. 182.)

Bestimmung des Schwerpunctes heterogener Körper.

127. Die Aufgabe, den Schwerpunct eines Körpers zu finden, der nur dadurch heterogen ist, daſs er aus verschiedenartigen Theilen besteht, von denen jeder für sich als ein homogener Körper betrachtet werden kann, ist durch das Vorhergehende hinlänglich gelöst. Hier kann deſshalb nur noch von der Bestimmung des Schwerpunctes solcher Körper die Rede seyn, bei welchen die Dichtigkeit eines jeden Punctes eine gegebene Function der Coordinaten dieses Punctes ist.

128. Wenn man durch den Punct (x, y, z) eines gegebenen Körpers drei Ebenen legt, welche mit den drei coordinirten, zu einander senkrechten Ebenen parallel laufen, so ist sowohl das Gewicht als das Volumen eines jeden der acht Stücke, in welche der Körper durch die drei Ebenen zerlegt wird, eine Function von x, y, z; hier soll nur von demjenigen Stücke die Rede seyn, dessen Volumen mit x, y, z zugleich wächst.

129. Ist $u = F(x, y, z)$ das Volumen dieses Stückes, und $\rho = f(x, y, z)$ das veränderliche specifische Gewicht, so muſs es auch eine Function $\mu = f'(x, y, z)$ geben, welche das mittlere specifische Gewicht des Stückes u ausdrückt, so daſs man, wenn P das absolute Gewicht von u bezeichnet,

$$P = u\mu = F(x, y, z) f'(x, y, z)$$

hat. Gehen x, y, z in $x+h, y+i, z+k$ über, so ist

$$F(x+h, y+i, z+k) f'(x+h, y+i, z+k)$$

das Gewicht des Stückes $F(x+h, y+i, z+k)$.

130. Das Volumen dieses Stückes läſst sich als aus folgenden acht Theilen zusammengesetzt betrachten:

$F(x, y, z) = u$;
$F(x+h, y, z) - u = u'$;
$F(x, y+i, z) - u = v'$;
$F(x, y, z+k) - u = w'$;
$F(x+h, y+i, z) - (u + u' + v') = u''$;
$F(x+h, y, z+k) - (u + u' + w') = v''$;
$F(x, y+i, z+k) - (u + v' + w') = w''$;
$F(x+h, y+i, z+k) - (u+u'+v'+w'+u''+v''+w'') = u'''$.

131. Da die Summe der Gewichte dieser Theile dem Gewichte des ganzen Stückes gleich ist, so hat man, wenn $u_{,}$, $v_{,}$, $w_{,}$, $u_{,,}$. $v_{,,}$, $w_{,,}$, $u_{,,,}$ die mittleren specifischen Gewichte der Theile u', v', w', u'', v'', w'', u''' bezeichnen,

$$F(x+h, y+i, z+k) f'(x+h, y+i, z+k) =$$
$$= u\mu + u'u_{,} + v'v_{,} + w'w_{,} + u''u_{,,} + v''v_{,,} + w''w_{,,} + u'''u_{,,,}.$$

Wenn man sich beide Seiten dieser Gleichung nach h, i, k geordnet denkt, so müssen die zu gleichen Potenzen oder Producten von h, i, k gehörenden Coefficienten gleich seyn, so daſs die Gleichsetzung zweier solcher Coefficienten, wenn sie nicht identisch sind, zu einer Bestimmungsgleichung für P führt.

Da die mittleren specifischen Gewichte $u_{,}$, $v_{,}$, . . nur Functionen von denjenigen unter den Gröſsen x, y, z, h, i, k seyn können, von welchen die Volumen u', v', . . Functionen sind, so ist klar aus Nro. 130, daſs $u''' u_{,,,}$ das einzige Glied auf der rechten Seite der

Gleichung ist, in welchem h, i, k zugleich vorkommen. Man wird daher, wenn man durch die Gleichsetzung der zu dem Producte hik gehörenden Coefficienten die gesuchte Bestimmungsgleichung erhalten will, auf der rechten Seite nur in dem Gliede $u''' u_{'''}$ zu suchen haben.

Die acht Gleichungen in Nro. 130 geben

$$u''' = \frac{d^3 u}{dx\,dy\,dz}\,hik + \ldots,$$

und da $u_{'''}$ nur eine solche Function von x, y, z, h, i, k seyn kann, die sich, wenn h, i, k zugleich Null werden, auf $\rho = f(x, y, z)$ reducirt, und also nach h, i, k geordnet, zum ersten Gliede ρ haben mufs, so hat man

$$u''' u_{'''} = \rho\,\frac{d^3 u}{dx\,dy\,dz}\,hik + \ldots$$

Als Entwickelung der linken Seite hat man, weil

$$F(x, y, z)\,f'(x, y, z) = P$$

ist,

$$P + \frac{dP}{dx}\,h + \ldots + \frac{d^3 P}{dx\,dy\,dz}\,hik + \ldots,$$

und die gesuchte Bestimmungsgleichung ist also

$$\frac{d^3 P}{dx\,dy\,dz} = \rho\,\frac{d^3 u}{dx\,dy\,dz},$$

woraus

$$P = \int dx \int dy \int dz \,.\, \rho\,\frac{d^3 u}{dx\,dy\,dz} \quad \text{folgt.}$$

Man hat aber, weil u''' nichts anderes ist, als das Parallelepipedum, dessen Kanten h, i, k sind, und dessen Volumen also für rechtwinkelige Coordinaten durch das Product hik ausgedrückt wird,

$$\frac{d^3 u}{dx\,dy\,dz}\,hik + \ldots = hik,$$

und folglich $$\frac{d^3 u}{dx\,dy\,dz} = 1;$$

$$P = \int dx \int dy \int dz \,.\, \rho.$$

132. Es sey nun $X = \varphi(x, y, z)$ der Abstand des Schwerpunctes des Stückes $F(x, y, z)$ von der Ebene der yz, so ist in Beziehung auf diese Ebene

$$PX = F(x, y, z) f'(x, y, z) \varphi(x, y, z) = M$$

das Moment des Stückes $F(x, y, z)$, und

$$F(x+h, y+i, z+k) f'(x+h, y+i, z+k) \times \varphi(x+h, y+i, z+k)$$

das Moment des Stückes $F(x+h, y+i, z+k)$.

Da das Moment dieses Stückes der Summe der Momente seiner acht Theile u, u', u'', . . gleich ist, so entsteht, wenn man die linke Seite der ersten Gleichung in Nro. 131 mit $\varphi(x+h, y+i, z+k)$, und jeden Theil der rechten Seite mit dem Abstande seines Schwerpunctes von der Ebene der yz multiplicirt, eine Gleichung, in welcher die auf beiden Seiten zu gleichen Producten von h, i, k gehörenden Coefficienten gleich seyn müssen. Aus dem nämlichen Grunde, wie in Nro. 131, kann auch in der auf diese Art entstandenen Gleichung das Product hik auf der rechten Seite nur in dem letzten Gliede vorkommen, und da $u''' = hik$ ist, so braucht man, wenn δ den Abstand des Schwerpunctes des Theiles u''' von der Ebene der yz vorstellt, nur dasjenige Glied von δ zu kennen, welches von h, i, k unabhängig ist. Da sich nun der Theil u''', wenn h, i, k zugleich Null werden, auf den Punct (x, y, z) reducirt, so muſs sich δ für diesen Fall auf x reduciren, und also nach h, i, k geordnet, zum ersten Gliede x haben.

Man hat also

$$u''' u_{'''} \delta = \rho x h i k + \ldots,$$

und folglich, weil die Entwickelung der linken Seite der vorausgesetzten Gleichung

$$M + \frac{dM}{dx} h + \ldots + \frac{d^3 M}{dx\, dy\, dz} hik + \ldots \text{ gibt,}$$

$$\frac{d^3 M}{dx\,dy\,dz} = \rho x$$

und $M = \int dx \int dy \int dz \,.\, \rho x.$

133. Aus dem Gange der Untersuchung geht leicht hervor, dafs man in diesem Ausdrucke den Factor x nur mit y und z zu vertauschen braucht, um die Momente von u in Beziehung auf die Ebenen der xz und xy zu erhalten.

Man hat also, wenn man das Gewicht des Körpers mit P, und die Coordinaten des Schwerpunctes mit X, Y, Z bezeichnet,

$$P = \int dx \int dy \int dz \,.\, \rho;$$
$$PX = \int dx \int dy \int dz \,.\, \rho x;$$
$$PY = \int dx \int dy \int dz \,.\, \rho y;$$
$$PZ = \int dx \int dy \int dz \,.\, \rho z.$$

Bedingungen der Stabilität des Gleichgewichtes eines unveränderlichen Systems.

134. Wenn, nachdem die Lage eines im Gleichgewichte befindlichen Systems ein wenig geändert worden ist, dasselbe sich selbst überlassen bleibt, so können drei Fälle eintreten: entweder ist das System auch in seiner neuen Lage im Gleichgewichte; oder es kehrt in seine erste Lage zurück; oder es entfernt sich noch mehr von derselben. Wenn einer der beiden ersten Fälle für jede sehr kleine Lagenveränderung Statt findet, so nennt man das Gleichgewicht stabil; wenn aber für irgend eine sehr kleine Lagenveränderung der dritte Fall eintritt, so ist das Gleichgewicht labil.

135. Da jede Lagenveränderung eines Systems eine Drehung desselben um eine oder mehrere Achsen ist, so wird das Gleichgewicht stabil seyn, wenn das System um jede Achse im stabilen Gleichgewichte ist. Wenn

man daher die Bedingungen der Stabilität für eine bestimmte Achse gefunden hat, so werden die daraus abzuleitenden Bedingungen, welche erfüllt seyn müssen, wenn die ersteren für jede Lage der Achse erfüllt seyn sollen, die gesuchten Bedingungen der Stabilität des Gleichgewichtes eines freien Systems seyn.

136. Bezeichnet man für irgend eine Lage des Systems die Summe der statischen Momente in Beziehung auf eine feste Achse mit S, so kann man S als Function eines Winkels η betrachten, um welchen sich das System von einer bestimmten Lage aus gedreht hat, um in diejenige Lage zu kommen, in welcher die Summe der Momente gleich S ist. Wird das System noch um den Winkel ε weiter gedreht, so ist die Summe der Momente

$$S + \Delta S = S + \frac{dS}{d\eta}\varepsilon + \frac{d^2S}{d\eta^2} \cdot \frac{\varepsilon^2}{2} + \ldots$$

Wenn nun für einen bestimmten Werth von η, $S = 0$ wird, so ist ε der Winkel, um welchen das System von der Lage des Gleichgewichts entfernt ist, und

$$\Delta S = \frac{dS}{d\eta}\varepsilon + \frac{d^2S}{d\eta^2} \cdot \frac{\varepsilon^2}{2} + \ldots$$

ist diejenige Summe der Momente, welche, wenn sie nicht ebenfalls Null ist, das System wieder in die Lage des Gleichgewichts zurück zu führen, oder noch mehr davon zu entfernen strebt, je nachdem ΔS negativ oder positiv ist. Da aber, der Natur der Aufgabe gemäſs, ε sehr klein seyn muſs, so daſs man das Zeichen des ersten Gliedes von ΔS als das Zeichen des ganzen Ausdruckes annehmen kann, so entscheidet schon das Zeichen von $\frac{dS}{d\eta}$. Geht nämlich ε nach der Richtung, nach welcher die in S als positiv in Rechnung gekommenen Momente das System zu drehen streben, so wird dasselbe für einen positiven Coefficienten von ε sich weiter

drehen, und für einen negativen zurückkehren. Dasselbe findet Statt, wenn das System nach der entgegengesetzten Richtung aus der Lage des Gleichgewichtes gebracht wird; denn alsdann ist ε selbst negativ, und erfordert daher einen negativen Coefficienten, um ΔS positiv zu machen, und dadurch das System zur Rückkehr zu nöthigen. Das Gleichgewicht um eine feste Achse ist also stabil, wenn $\frac{dS}{d\eta}$ negativ, und labil, wenn $\frac{dS}{d\eta}$ positiv ist.

Wenn $\frac{dS}{d\eta}$ Null ist, und $\frac{d^2S}{d\eta^2}$ nicht, so ist das Gleichgewicht labil; wenn aber auch $\frac{d^2S}{d\eta^2}$ Null ist, so entscheidet das Zeichen von $\frac{d^3S}{d\eta^3}$ auf dieselbe Art, wie sonst das Zeichen von $\frac{dS}{d\eta}$, u. s. w.

Für den besonderen Fall, daſs jeder der Differenzialcoefficienten $\frac{dS}{d\eta}$, $\frac{d^2S}{d\eta^2}$, . . Null ist, ist ΔS für jeden Werth von ε Null, und folglich das System in jeder Lage um die Achse im Gleichgewichte.

137. Geht die Achse durch den Punct (l, m, n), und macht mit den Achsen der Coordinaten die Winkel λ, μ, ν, so ist nach Nro. 23:

$$\begin{aligned}S = &(P\cos.\alpha + P'\cos.\alpha' + ..)(n\cos.\mu - m\cos.\nu)\\ &+(P\cos.\beta + P'\cos.\beta' + ..)(l\cos.\nu - n\cos.\lambda)\\ &+(P\cos.\gamma + P'\cos.\gamma' + ..)(m\cos.\lambda - l\cos.\mu)\\ &+[P(z\cos.\beta - y\cos.\gamma) + P'(z'\cos.\beta' - y'\cos.\gamma') + ..]\cos.\lambda\\ &+[P(x\cos.\gamma - z\cos.\alpha) + P'(x'\cos.\gamma' - z'\cos.\alpha') + ..]\cos.\mu\\ &+[P(y\cos.\alpha - x\cos.\beta) + P'(y'\cos.\alpha' - x'\cos.\beta') + ..]\cos.\nu\end{aligned}$$

Bezeichnet man diesen Ausdruck durch

$$S = \Sigma P\,[\cos.\alpha\,(n\cos.\mu - m\cos.\nu) + \cos.\beta\,(l\cos.\nu - n\cos.\lambda) + \cos.\gamma\,(m\cos.\lambda - l\cos.\mu) + (z\cos.\beta - y\cos.\gamma)\cos.\lambda + (x\cos.\gamma - z\cos.\alpha)\cos.\mu + (y\cos.\alpha - x\cos.\beta)\cos.\nu],$$

so hat man

$$\frac{dS}{d\eta} = \Sigma\left[\frac{dS}{dx}\cdot\frac{dx}{d\eta} + \frac{dS}{dy}\cdot\frac{dy}{d\eta} + \frac{dS}{dz}\cdot\frac{dz}{d\eta}\right] + \Sigma\left[\frac{dS}{d\cos.\alpha}\cdot\frac{d\cos.\alpha}{d\eta} + \frac{dS}{d\cos.\beta}\cdot\frac{d\cos.\beta}{d\eta} + \frac{dS}{d\cos.\gamma}\cdot\frac{d\cos.\gamma}{d\eta}\right] + \Sigma\left[\frac{dS}{dP}\cdot\frac{dP}{d\eta}\right].$$

Die drei Glieder dieses Ausdruckes sollen der Reihe nach durch ΣU, ΣV, ΣW bezeichnet werden.

138. Man hat

$$\frac{dS}{dx} = P\,(\cos.\gamma\cos.\mu - \cos.\beta\cos.\nu);$$

$$\frac{dS}{dy} = P\,(\cos.\alpha\cos.\nu - \cos.\gamma\cos.\lambda);$$

$$\frac{dS}{dz} = P\,(\cos.\beta\cos.\lambda - \cos.\alpha\cos.\mu);$$

und folglich

$$U = P\left[(\cos.\gamma\cos.\mu - \cos.\beta\cos.\nu)\frac{dx}{d\eta} + (\cos.\alpha\cos.\nu - \cos.\gamma\cos.\lambda)\frac{dy}{d\eta} + (\cos.\beta\cos.\lambda - \cos.\alpha\cos.\mu)\frac{dz}{d\eta}\right].$$

139. Gehen die Coordinaten x, y, z eines Punctes in $x+h$, $y+i$, $z+k$ über, wenn η in $\eta+\varepsilon$ übergeht, so sind $\frac{dx}{d\eta}$, $\frac{dy}{d\eta}$, $\frac{dz}{d\eta}$ die Coefficienten der ersten Potenz von ε in den nach ε geordneten Ausdrücken für h,

i, k. Diese Ausdrücke müssen also, bis auf die erste Potenz von ε entwickelt, bestimmt werden.

Da sich der Punct (x, y, z) während der Drehung in einer zu der Achse senkrechten Ebene bewegt, so müssen seine Coordinaten nach der Drehung, $x+h$, $y+i$, $z+k$, in die Gleichung dieser Ebene passen. Da nun

$$(x'-x)\cos.\lambda + (y'-y)\cos.\mu + (z'-z)\cos.\nu = 0$$

die Gleichung dieser Ebene ist, so hat man

$$h\cos.\lambda + i\cos.\mu + k\cos.\nu = 0.$$

140. Für die Entfernung des Punctes (x, y, z) von der Achse hat man (Nro. 21 u. 22)

$$\begin{aligned} r = \surd[&[(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu]^2 \\ &+ [(z-n)\cos.\lambda - (x-l)\cos.\nu]^2 \\ &+ [(x-l)\cos.\mu - (y-m)\cos.\lambda]^2], \end{aligned}$$

und da der Punct $(x+h, y+i, z+k)$ noch die nämliche Entfernung von der Achse hat, so ist

$$\frac{dr}{dx}h + \frac{dr}{dy}i + \frac{dr}{dz}k + \ldots = 0.$$

141. Da die Gröſse $\surd(h^2+i^2+k^2)$, um welche sich der Punct durch die Drehung von seiner ursprünglichen Lage entfernt hat, der Sehne des von dem Puncte beschriebenen Bogens gleich ist, so hat man

$$\begin{aligned} \surd(h^2+i^2+k^2) &= r \,.\, 2\sin.\frac{\varepsilon}{2} \\ &= 2r\left[\frac{\varepsilon}{2} - \frac{\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)^3}{1.2.3} + \cdot\cdot\right] \\ &= r\varepsilon + \ldots \end{aligned}$$

142. Man hat also für die Bestimmung der Gröſsen h, i, k folgende drei Gleichungen:

$$h\cos.\lambda + i\cos.\mu + k\cos.\nu = 0,$$

$$\frac{dr}{dx}h + \frac{dr}{dy}i + \frac{dr}{dz}k + \ldots = 0,$$

$$\sqrt{(h^2 + i^2 + k^2)} = r\varepsilon + \ldots$$

Aus den beiden ersten erhält man

$$i = \frac{\frac{dr}{dz}\cos.\lambda - \frac{dr}{dx}\cos.\nu}{\frac{dr}{dy}\cos.\nu - \frac{dr}{dz}\cos.\mu} \cdot h + \ldots,$$

$$k = \frac{\frac{dr}{dx}\cos.\mu - \frac{dr}{dy}\cos.\lambda}{\frac{dr}{dy}\cos.\nu - \frac{dr}{dz}\cos.\mu} \cdot h + \ldots$$

Nun ist

$$\frac{dr}{dx} = \frac{1}{r}\left[(x-l)\cos.\mu - (y-m)\cos.\lambda\right]\cos.\mu$$

$$- \frac{1}{r}\left[(z-n)\cos.\lambda - (x-l)\cos.\nu\right]\cos.\nu,$$

$$\frac{dr}{dy} = \frac{1}{r}\left[(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu\right]\cos.\nu$$

$$- \frac{1}{r}\left[(x-l)\cos.\mu - (y-m)\cos.\lambda\right]\cos.\lambda,$$

$$\frac{dr}{dz} = \frac{1}{r}\left[(z-n)\cos.\lambda - (x-l)\cos.\nu\right]\cos.\lambda$$

$$- \frac{1}{r}\left[(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu\right]\cos.\mu,$$

folglich

$$\frac{dr}{dz}\cos.\lambda - \frac{dr}{dx}\cos.\nu$$

$$= \frac{1}{r}\big[(z-n)\cos.^3\lambda - (x-l)\cos.^2\lambda\cos.\nu$$
$$- (y-m)\cos.\lambda\cos.\mu\cos.\nu + (z-n)\cos.\lambda\cos.^2\mu$$
$$- (x-l)\cos.^2\mu\cos.\nu + (y-m)\cos.\lambda\cos.\mu\cos.\nu$$
$$+ (z-n)\cos.\lambda\cos.^2\nu - (x-l)\cos.^3\nu\big]$$

$$= \frac{1}{r}\big[(z-n)\cos.\lambda(\cos.^2\lambda + \cos.^2\mu + \cos.^2\nu)$$
$$- (x-l)\cos.\nu(\cos.^2\lambda + \cos.^2\mu + \cos.^2\nu)\big]$$

$$= \frac{1}{r}\left[(z-n)\cos.\lambda - (x-l)\cos.\nu\right].$$

Auf gleiche Weise, oder als Folge der Symmetrie, hat man

$$\frac{dr}{dy}\cos.\nu - \frac{dr}{dz}\cos.\mu = \frac{1}{r}[(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu],$$

$$\frac{dr}{dx}\cos.\mu - \frac{dr}{dy}\cos.\lambda = \frac{1}{r}[(x-l)\cos.\mu - (y-m)\cos.\lambda],$$

und folglich

$$i = \frac{(z-n)\cos.\lambda - (x-l)\cos.\nu}{(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu}\, h + \ldots,$$

$$k = \frac{(x-l)\cos.\mu - (y-m)\cos.\lambda}{(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu}\, h + \ldots$$

143. Durch diese Werthe von i und k wird

$$\sqrt{(h^2 + i^2 + k^2)}$$
$$= \frac{h}{(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu}\cdot\sqrt{[[(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu]^2 + [(z-n)\cos.\lambda - (x-l)\cos.\nu]^2 + [(x-l)\cos.\mu - (y-m)\cos.\lambda]^2]} + \ldots$$
$$= \frac{h}{(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos\mu}\cdot r + \ldots \quad \text{(verm. Nro. 140)},$$

und die Gleichung

$$\sqrt{(h^2 + i^2 + k^2)} = r\varepsilon + \ldots$$

gibt also

$$h = [(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu]\,\varepsilon + \ldots$$

Setzt man diesen Werth von h in die oben gefundenen Ausdrücke für i und k, so erhält man

$$i = [(z-n)\cos.\lambda - (x-l)\cos.\nu]\,\varepsilon + \ldots,$$
$$k = [(x-l)\cos.\mu - (y-m)\cos.\lambda]\,\varepsilon + \ldots,$$

und folglich

$$\frac{dx}{d\eta} = (y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu,$$

$$\frac{dy}{d\eta} = (z-n)\cos.\lambda - (x-l)\cos.\nu,$$

$$\frac{dz}{d\eta} = (x-l)\cos.\mu - (y-m)\cos.\lambda.$$

144. Die Annahme, daſs $\cos.\alpha$, $\cos.\beta$, $\cos.\gamma$ Functionen von η seyen, beruht auf der Voraussetzung, daſs die Richtung von P beständig durch einen unveränderlichen Punct gehe, den man auch nach Umständen als den Ursprung der Kraft betrachten kann.

Bezeichnet man die Coordinaten desselben mit a, b, c, und seine Entfernung vom Angriffspuncte mit s, so hat man

$$\cos.\alpha = \frac{a-x}{s}; \quad \cos.\beta = \frac{b-y}{s}; \quad \cos.\gamma = \frac{c-z}{s};$$

$$\frac{d\cos.\alpha}{d\eta} = -\frac{1}{s}.\frac{dx}{d\eta} - \frac{a-x}{s^2}.\frac{ds}{d\eta}$$

$$= -\frac{1}{s}\left(\frac{dx}{d\eta} + \cos.\alpha\,\frac{ds}{d\eta}\right);$$

$$\frac{d\cos.\beta}{d\eta} = -\frac{1}{s}\left(\frac{dy}{d\eta} + \cos.\beta\,\frac{ds}{d\eta}\right);$$

$$\frac{d\cos.\gamma}{d\eta} = -\frac{1}{s}\left(\frac{dz}{d\eta} + \cos.\gamma\,\frac{ds}{d\eta}\right);$$

und weil

$$s = \sqrt{[(a-x)^2 + (b-y)^2 + (c-z)^2]} \text{ ist,}$$

$$\frac{ds}{d\eta} = \frac{ds}{dx}.\frac{dx}{d\eta} + \frac{ds}{dy}.\frac{dy}{d\eta} + \frac{ds}{dz}.\frac{dz}{d\eta}$$

$$= -\left(\frac{a-x}{s}.\frac{dx}{d\eta} + \frac{b-y}{s}.\frac{dy}{d\eta} + \frac{c-z}{s}.\frac{dz}{d\eta}\right)$$

$$= -\left(\cos.\alpha\,\frac{dx}{d\eta} + \cos.\beta\,\frac{dy}{d\eta} + \cos.\gamma\,\frac{dz}{d\eta}\right);$$

folglich

$$\frac{d\cos.\alpha}{d\eta} = -\frac{1}{s}\Big[(1-\cos.^2\alpha)\,\frac{dx}{d\eta}$$
$$-\cos.\alpha\left(\cos.\beta\,\frac{dy}{d\eta} + \cos.\gamma\,\frac{dz}{d\eta}\right)\Big];$$

$$\frac{d\cos.\beta}{d\eta} = -\frac{1}{s}\Big[(1-\cos.^2\beta)\,\frac{dy}{d\eta}$$
$$-\cos.\beta\left(\cos.\alpha\,\frac{dx}{d\eta} + \cos.\gamma\,\frac{dz}{d\eta}\right)\Big];$$

$$\frac{d\cos.\gamma}{dn} = -\frac{1}{s}\Big[(1-\cos.^2\gamma)\frac{dz}{dn}$$
$$-\cos.\gamma\Big(\cos.\alpha\frac{dx}{dn}+\cos.\beta\frac{dy}{dn}\Big)\Big].$$

145. Ordnet man den Ausdruck für S in Nro. 137 nach $\cos.\alpha$, $\cos.\beta$, $\cos.\gamma$, so erhält man

$$S = \Sigma P\big[\cos.\alpha(n\cos.\mu - m\cos.\nu - z\cos.\mu + y\cos.\nu)$$
$$+\cos.\beta(l\cos.\nu - n\cos.\lambda - x\cos.\nu + z\cos.\lambda)$$
$$+\cos.\gamma(m\cos.\lambda - l\cos.\mu - y\cos.\lambda + x\cos.\mu)\big]$$
$$= \Sigma P\big[\cos.\alpha[(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu]$$
$$+\cos.\beta[(z-n)\cos.\lambda - (x-l)\cos.\nu]$$
$$+\cos.\gamma[(x-l)\cos.\mu - (y-m)\cos.\lambda]\big]$$
$$= \Sigma P\Big[\cos.\alpha\frac{dx}{dn} + \cos.\beta\frac{dy}{dn} + \cos.\gamma\frac{dz}{dn}\Big] \text{ (verm. N. 143)}$$
$$= \Sigma P\Big(-\frac{ds}{dn}\Big) \qquad \text{(verm. Nro. 144).}$$

146. Man hat also vermöge des vorletzten Ausdruckes für S:

$$\frac{dS}{d\cos.\alpha} = P\frac{dx}{dn};\quad \frac{dS}{d\cos.\beta} = P\frac{dy}{dn};\quad \frac{dS}{d\cos.\gamma} = P\frac{dz}{dn};$$

und folglich

$$V = -\frac{P}{s}\frac{dx}{dn}\Big[(1-\cos.^2\alpha)\frac{dx}{dn} - \cos.\alpha\cos.\beta\frac{dy}{dn}$$
$$-\cos.\alpha\cos.\gamma\frac{dz}{dn}\Big]$$
$$-\frac{P}{s}\frac{dy}{dn}\Big[(1-\cos.^2\beta)\frac{dy}{dn} - \cos.\alpha\cos.\beta\frac{dx}{dn}$$
$$-\cos.\beta\cos.\gamma\frac{dz}{dn}\Big]$$
$$-\frac{P}{s}\frac{dz}{dn}\Big[(1-\cos.^2\gamma)\frac{dz}{dn} - \cos.\alpha\cos.\gamma\frac{dx}{dn}$$
$$-\cos.\beta\cos.\gamma\frac{dy}{dn}\Big]$$

$$= -\frac{P}{s}\Big[(\cos.^2\beta + \cos.^2\gamma)\left(\frac{dx}{dn}\right)^2 - 2\cos.\alpha\cos.\beta\,\frac{dx}{dn}\cdot\frac{dy}{dn}$$
$$+ (\cos.^2\alpha + \cos.^2\gamma)\left(\frac{dy}{dn}\right)^2 - 2\cos.\alpha\cos.\gamma\,\frac{dx}{dn}\cdot\frac{dz}{dn}$$
$$+ (\cos.^2\alpha + \cos.^2\beta)\left(\frac{dz}{dn}\right)^2 - 2\cos.\beta\cos.\gamma\,\frac{dy}{dn}\cdot\frac{dz}{dn}\Big]$$
$$= -\frac{P}{s}\Big[\left(\cos.\beta\frac{dz}{dn} - \cos.\gamma\frac{dy}{dn}\right)^2 + \left(\cos.\gamma\frac{dx}{dn} - \cos.\alpha\frac{dz}{dn}\right)^2 + \left(\cos.\alpha\frac{dy}{dn} - \cos.\beta\frac{dx}{dn}\right)^2\Big].$$

147. Die Existenz von W setzt voraus, dafs P eine Function von s ist, so dafs man

$$W = \frac{dS}{dP}\cdot\frac{dP}{ds}\cdot\frac{ds}{dn}$$

hat. Da nun aus Nro. 145 $\frac{dS}{dP} = -\frac{ds}{dn}$ folgt, so ist

$$W = -\frac{dP}{ds}\left(\frac{ds}{dn}\right)^2$$
$$= -\frac{dP}{ds}\left(\cos.\alpha\frac{dx}{dn} + \cos.\beta\frac{dy}{dn} + \cos.\gamma\frac{dz}{dn}\right)^2.$$

148. Durch die gefundenen Werthe für U, V, W wird also

$$\frac{dS}{dn} = \Sigma P\Big[(\cos.\gamma\cos.\mu - \cos.\beta\cos.\nu)\frac{dx}{dn} + (\cos.\alpha\cos.\nu - \cos.\gamma\cos.\lambda)\frac{dy}{dn} + (\cos.\beta\cos.\lambda - \cos.\alpha\cos.\mu)\frac{dz}{dn}\Big]$$

$$- \Sigma \frac{P}{s} \left[\left(\cos.\beta \frac{dz}{dn} - \cos.\gamma \frac{dy}{dn} \right)^2 + \left(\cos.\gamma \frac{dx}{dn} - \cos.\alpha \frac{dz}{dn} \right)^2 + \left(\cos.\alpha \frac{dy}{dn} - \cos.\beta \frac{dx}{dn} \right)^2 \right]$$

$$- \Sigma \frac{dP}{ds} \left(\cos.\alpha \frac{dx}{dn} + \cos.\beta \frac{dy}{dn} + \cos.\gamma \frac{dz}{dn} \right)^2.$$

149. Das erste, was die Form dieses Ausdruckes lehrt, ist, daſs derselbe, wenn er nicht Null ist, mit P zugleich sein Zeichen ändert, und daſs sich also im Allgemeinen, bei einem Systeme, das nicht in jeder Lage im Gleichgewichte ist, das stabile Gleichgewicht in ein labiles verwandelt, wenn die Richtungen aller Kräfte die entgegengesetzten werden.

150. Das erste Glied von $\frac{dS}{dn}$, welches bloſs von der Lagenveränderung des Systems gegen die Richtungen der Kräfte abhängt, in der Voraussetzung, daſs diese Richtungen gegen die Achsen der Coordinaten unveränderlich sind, bietet durch seine äuſsere Form nichts Bemerkenswerthes dar.

151. Das zweite Glied drückt den Einfluſs aus, den die Veränderlichkeit der Richtungen der Kräfte gegen die Achsen der Coordinaten auf die Stabilität hat. Da nun der mit $\frac{P}{s}$ multiplicirte Ausdruck vermöge seiner Form unter allen Umständen positiv ist, so sieht man, daſs diese Veränderlichkeit bei jeder anziehenden Kraft der Stabilität desto mehr zum Vortheile, und bei jeder abstoſsenden desto mehr zum Nachtheile gereicht, je näher der unveränderliche Punct (a, b, c) in der Richtung der Kraft dem Angriffspuncte ist.

152. Das dritte Glied drückt den Einfluſs aus, den die Veränderlichkeit der Intensität der Kräfte auf die

Stabilität hat. Bei Kräften, deren Intensität sich umgekehrt verhält, wie das Quadrat der Entfernung von ihrem Ursprunge, hat man, wenn dieser Ursprung mit dem unveränderlichen Puncte (a, b, c) zusammenfällt,

$$P = \frac{p}{s^2}; \quad \frac{dP}{ds} = -\frac{2p}{s^3}$$

für anziehende, und

$$P = -\frac{p}{s^2}; \quad \frac{dP}{ds} = \frac{2p}{s^3}$$

für abstoſsende Kräfte. Da nun der mit $\frac{dP}{ds}$ multiplicirte Ausdruck vermöge seiner Form unter allen Umständen positiv ist, so sieht man, daſs in dem angegebenen Falle die Veränderlichkeit einer anziehenden Kraft der Stabilität desto mehr zum Nachtheile, und die Veränderlichkeit einer abstoſsenden desto mehr zum Vortheile gereicht, je näher der Ursprung der Kraft ihrem Angriffspuncte ist.

153. Wird die Kraft durch einen biegsamen, seiner Länge nach elastischen Faden hervorgebracht, welcher den Angriffspunct mit dem unveränderlichen Puncte (a, b, c) verbindet, so hat man, wenn e die Länge des Fadens im ungespannten Zustande bezeichnet,

$$P = p(s-e); \quad \frac{dP}{ds} = p,$$

und die Veränderlichkeit einer solchen Kraft ist also immer der Stabilität zum Vortheile.

154. Da in vielen Fällen das zweite und dritte Glied von $\frac{dS}{dn}$ nicht in Betracht kommen, so soll die Anwendung der aufgestellten Principien zuerst in dieser Voraussetzung gezeigt werden.

Setzt man für $\frac{dx}{dn}$, $\frac{dy}{dn}$, $\frac{dz}{dn}$ ihre Werthe aus Nro. 143, und der Kürze wegen X, Y, Z für $P\cos.\alpha$, $P\cos.\beta$,

$P \cos.\gamma$; so erhält man

$$U = (Z\cos.\mu - Y\cos.\nu)\left[(y-m)\cos.\nu - (z-n)\cos.\mu\right]$$
$$+ (X\cos.\nu - Z\cos.\lambda)\left[(z-n)\cos.\lambda - (x-l)\cos.\nu\right]$$
$$+ (Y\cos.\lambda - X\cos.\mu)\left[(x-l)\cos.\mu - (y-m)\cos.\lambda\right]$$
$$= X\left[\cos.\nu\,(l\cos.\nu - n\cos.\lambda) - \cos.\mu\,(m\cos.\lambda - l\cos.\mu)\right]$$
$$+ Y\left[\cos.\lambda(m\cos.\lambda - l\cos.\mu) - \cos.\nu\,(n\cos.\mu - m\cos\nu)\right]$$
$$+ Z\left[\cos.\mu(n\cos.\mu - m\cos.\nu) - \cos.\lambda(l\cos.\nu - n\cos.\lambda)\right]$$
$$+ (Xy + Yx)\cos.\lambda\cos.\mu$$
$$+ (Xz + Zx)\cos.\lambda\cos.\nu$$
$$+ (Yz + Zy)\cos.\mu\cos.\nu$$
$$- (Yy + Zz)\cos.^2\lambda$$
$$- (Xx + Zz)\cos.^2\mu$$
$$- (Xx + Yy)\cos.^2\nu.$$

Man hat also, wenn man noch

$$n\cos.\mu - m\cos.\nu = A,$$
$$l\cos.\nu - n\cos.\lambda = B,$$
$$m\cos.\lambda - l\cos.\mu = C \text{ setzt,}$$

$$\Sigma U = (X + X' + ..)(B\cos.\nu - C\cos.\mu)$$
$$+ (Y + Y' + ..)(C\cos.\lambda - A\cos.\nu)$$
$$+ (Z + Z' + ..)(A\cos.\mu - B\cos.\lambda)$$
$$+ (Xy + X'y' + .. + Yx + Y'x' + ..)\cos.\lambda\cos.\mu$$
$$+ (Xz + X'z' + .. + Zx + Z'x' + ..)\cos.\lambda\cos.\nu$$
$$+ (Yz + Y'z' + .. + Zy + Z'y' + ..)\cos.\mu\cos.\nu$$
$$- (Yy + Y'y' + .. + Zz + Z'z' + ..)\cos.^2\lambda$$
$$- (Xx + X'x' + .. + Zz + Z'z' + ..)\cos.^2\mu$$
$$- (Xx + X'x' + .. + Yy + Y'y' + ..)\cos.^2\nu;$$

und wenn man dieselbe Bezeichnung auf den in Nro. 137 gebrauchten Ausdruck für S anwendet,

$$S = (X + X' + ..)A$$
$$+ (Y + Y' + ..)B$$
$$+ (Z + Z' + ..)C$$
$$+ \left[(Yz + Y'z' + ..) - (Zy + Z'y' + ..)\right]\cos.\lambda$$
$$+ \left[(Zx + Z'x' + ..) - (Xz + X'z' + ..)\right]\cos.\mu$$
$$+ \left[(Xy + X'y' + ..) - (Yx + Y'x' + ..)\right]\cos.\nu.$$

155. Ist das im Gleichgewichte befindliche System frei, so gibt die Gleichung $S = 0$, weil sie für jede Lage der Achse Statt finden muſs,

$$X + X' + \ldots = 0,$$
$$Y + Y' + \ldots = 0,$$
$$Z + Z' + \ldots = 0,$$
$$Yz + Y'z' + \ldots = Zy + Z'y' + \ldots,$$
$$Zx + Z'x' + \ldots = Xz + X'z' + \ldots,$$
$$Xy + X'y' + \ldots = Yx + Y'x' + \ldots,$$

wodurch

$$\begin{aligned}\Sigma U = - [&(Yy + Y'y' + \ldots + Zz + Z'z' + \ldots) \cos.^2 \lambda \\ &+ (Xx + X'x' + \ldots + Zz + Z'z' + \ldots) \cos.^2 \mu \\ &+ (Xx + X'x' + \ldots + Yy + Y'y' + \ldots) \cos.^2 \nu \\ &- 2(Xy + X'y' + \ldots) \cos.\lambda \cos.\mu \\ &- 2(Xz + X'z' + \ldots) \cos.\lambda \cos.\nu \\ &- 2(Yz + Y'z' + \ldots) \cos.\mu \cos.\nu\end{aligned}$$

wird.

156. Um nun die Bedingungen aufzusuchen, unter welchen dieser Ausdruck für jede Lage der Achse negativ ist, sey

$$Yy + Y'y' + \ldots + Zz + Z'z' + \ldots = a;$$
$$Zz + Z'z' + \ldots + Xx + X'x' + \ldots = b;$$
$$Xx + X'x' + \ldots + Yy + Y'y' + \ldots = c;$$
$$Xy + X'y' + \ldots = Yx + Y'x' + \ldots = d;$$
$$Xz + X'z' + \ldots = Zx + Z'x' + \ldots = e;$$
$$Yz + Y'z' + \ldots = Zy + Z'y' + \ldots = f;$$
$$\cos.\lambda = u; \quad \cos.\mu = v; \quad \cos.\nu = w;$$

so hat man nach u geordnet,

$$\begin{aligned}\Sigma U = - [&a u^2 \\ &- 2(dv + ew) u \\ &+ bv^2 - 2fvw + cw^2],\end{aligned}$$

und wenn man

$$a = a',$$
$$d v + e w = b',$$
$$b v^2 - 2 f v w + c w^2 = c'$$

setzt,

$$\Sigma U = -[a' u^2 - 2 b' u + c'].$$

Da nun

$$a' u^2 - 2 b' u + c'$$
$$= a' \left(u^2 - 2 \frac{b'}{a'} u + \frac{c'}{a'}\right)$$
$$= a' \left[u - \frac{b'}{a'} - \sqrt{-\left(\frac{c'}{a'} - \frac{b'^2}{a'^2}\right)}\right]$$
$$\times \left[u - \frac{b'}{a'} + \sqrt{-\left(\frac{c'}{a'} - \frac{b'^2}{a'^2}\right)}\right]$$
$$= a' \left[\left(u - \frac{b'}{a'}\right)^2 + \left(\frac{c'}{a'} - \frac{b'^2}{a'^2}\right)\right]$$
$$= \frac{1}{a'} [(a' u - b')^2 + (a' c' - b'^2)]$$

und

$$a' c' - b'^2 = a (b v^2 - 2 f v w + c w^2)$$
$$- (d v + e w)^2$$
$$= (a b - d^2) v^2$$
$$- 2 (a f + d e) v w$$
$$+ (a c - e^2) w^2,$$

oder, wenn man

$$a b - d^2 = a'',$$
$$(a f + d e) w = b'',$$
$$(a c - e^2) w^2 = c'' \quad \text{setzt,}$$
$$= a'' v^2 - 2 b'' v + c''$$
$$= \frac{1}{a''} [a'' v - b'')^2 + (a'' c'' - b''^2)]$$

ist, so hat man

$$\Sigma U = - \frac{1}{a'} \Big[(a' u - b')^2$$
$$+ \frac{1}{a''} (a'' v - b'')^2$$
$$+ \frac{1}{a''} (a'' c'' - b''^2) \Big];$$

oder, wenn man wieder für a', b', . . u, v, w ihre Werthe setzt,

$$\Sigma U = -\frac{1}{a}(a\cos.\lambda - d\cos.\mu - e\cos.\nu)^2$$
$$-\frac{1}{a(ab-d^2)}[(ab-d^2)\cos.\mu - (af+de)\cos.\nu]^2$$
$$-\frac{1}{a(ab-d^2)}[(ab-d^2)(ac-c^2) - (af+de)^2]\cos.^2\nu.$$

157. Man sieht nun leicht, daſs, wenn keines von den drei Gliedern dieses Ausdrucks positiv seyn soll, wegen des ersten Gliedes

$$a > 0;$$

wegen des zweiten

$$ab - d^2 > 0;$$

und wegen des dritten

$$(ab - d^2)(ac - c^2) - (af + de)^2 \geqq 0$$

seyn muſs.

Daſs aber wirklich keines der drei Glieder positiv seyn darf, wenn der ganze Ausdruck für keinen möglichen Werth von λ, μ, ν positiv seyn soll, geht daraus hervor, daſs man Werthe für $\cos.\lambda$, $\cos.\mu$, $\cos.\nu$ finden kann, welche den Ausdruck auf jedes beliebige seiner drei Glieder reduciren. So findet man die Werthe für $\cos.\lambda$, $\cos.\mu$, $\cos.\nu$, welche den Ausdruck auf sein drittes Glied reduciren, wenn man

$$a\cos.\lambda - d\cos.\mu - e\cos.\nu = 0,$$
$$(ab - d^2)\cos.\mu - (af + de)\cos.\nu = 0$$

setzt, und hiermit die Gleichung

$$\cos.^2\lambda + \cos.^2\mu + \cos.^2\nu = 1$$

verbindet.

Man findet, wenn noch der Kürze wegen

$$ab - d^2 = p; \quad af + de = q$$

gesetzt wird,

$$\cos.\lambda = \frac{dq + ep}{\sqrt{[(dq + ep)^2 + a^2(p^2 + q^2)]}};$$

$$\cos.\mu = \frac{aq}{\sqrt{[(dq + ep)^2 + a^2(p^2 + q^2)]}};$$

$$\cos.\nu = -\frac{ap}{\sqrt{[(dq + ep)^2 + a^2(p^2 + q^2)]}};$$

Werthe, welche nicht imaginär werden können, und augenscheinlich das Verlangte leisten.

Die Reduction auf das zweite Glied geschieht durch

$$\cos.\nu = 0; \;\; \cos.\mu = \frac{a}{\sqrt{(a^2 + d^2)}}; \;\; \cos.\lambda = \frac{d}{\sqrt{(a^2 + d^2)}};$$

und die auf das erste durch

$$\cos.\nu = 0; \;\; \cos.\mu = 0; \;\; \cos.\lambda = 1.$$

158. Da die Gröfsen a, b, c als Coefficienten von u^2, v^2, w^2, und die Gröfsen d, e, f als Coefficienten von uv, uw, vw in dem ursprünglichen Ausdrucke für ΣU auf eine symmetrische Weise vorkommen, und in dem verwandelten und den daraus abgeleiteten Bedingungen nicht; so dafs diese Bedingungen z. B. für $c = 0$ erfüllt seyn können, während dieses für $a = 0$ oder $b = 0$ unmöglich ist: so ist es nöthig zu bemerken, dafs man so oft eine veränderte Anordnung des Ausdruckes für ΣU und ein anderes System von Bedingungen erhält, als man die Absonderung der Gröfsen u, v, w in einer andern Ordnung vornimmt. Man erhält auf diese Weise folgende sechs Systeme von Bedingungen, von denen aber nur eines befriedigt zu seyn braucht:

$$a > 0;\;\; (ab - d^2)(ac - e^2) \overset{=}{>} (af + de)^2;\;\; \begin{cases} ab > d^2 & \text{I.} \\ ac > e^2 & \text{II.} \end{cases}$$

$$b > 0;\;\; (ab - d^2)(bc - f^2) \overset{=}{>} (be + df)^2;\;\; \begin{cases} ab > d^2 & \text{III.} \\ bc > f^2 & \text{IV.} \end{cases}$$

$$c > 0;\;\; (ac - e^2)(bc - f^2) \overset{=}{>} (cd + ef)^2;\;\; \begin{cases} ac > e^2 & \text{V.} \\ bc > f^2 & \text{VI.} \end{cases}$$

159. *Beispiel* 1. Wenn alle Kräfte parallel mit der Achse der z sind, so ist

$$X = X' = \ldots = 0,$$
$$Y = Y' = \ldots = 0,$$
$$a = b = Zz + Z'z' + \ldots,$$
$$c = d = e = f = 0.$$

Da hier $c = 0$ ist, so können die Bedingungen $c > 0$, $ac > e^2$, $bc > f^2$ für keinen Werth von a, b, e, f erfüllt werden, und es ist also nur I. oder III. anwendbar. Das eine wie das andere ist befriedigt, wenn

$$Zz + Z'z' + \ldots > 0$$

ist, und dieses ist also auch die Bedingung der Stabilität.

160. *Beispiel* 2. Wenn das System nur die zwei Angriffspuncte $(x = 0,\ y = 0,\ z = 0)$, $(x',\ y',\ z' = 0)$ hat, und auf den ersten die Kraft P, und auf den zweiten die Kraft P' wirkt, so ist

$$a = Y'y';\quad b = X'x';\quad c = X'x' + Y'y';$$
$$d = X'y' = Y'x';\quad e = f = 0.$$

Da hier $ab = d^2$ ist, so ist weder I. noch III., wohl aber alle übrigen anwendbar. Die erste Bedingung von II. ist erfüllt, wenn $Y'y' > 0$ ist; die zweite ist wegen $e = f = ab - d^2 = 0$ von selbst erfüllt, und die dritte $ac > e^2$, weil sie sich wegen $e = 0$ und $a > 0$ auf $c > 0$ reducirt, ist erfüllt, wenn $X'x' + Y'y' > 0$ ist. Die Bedingungen der Stabilität sind also

$$Yy' > 0 \quad \text{und} \quad X'x' + Y'y' > 0.$$

Da man aus IV.

$$X'x' > 0 \quad \text{und} \quad X'x' + Y'y' > 0$$

als die Bedingungen der Stabilität erhält, so sieht man, dafs sich diese Bedingungen eigentlich auf folgende zwei reduciren:

$$X'x' > 0 \quad \text{und} \quad Y'y' > 0,$$

und daſs jede derselben nur deſswegen durch den Ausdruck $X'x' + Y'y' > 0$ vertreten werden kann, weil wegen des vorausgesetzten Gleichgewichtes $X'y' = Y'x'$ ist, wodurch sich dieser Ausdruck sowohl in

$$X'x'\left(1 + \frac{y'^2}{x'^2}\right) > 0 \quad \text{als in} \quad Y'y'\left(1 + \frac{x'^2}{y'^2}\right) > 0$$

verwandeln läſst.

Stabilität des Gleichgewichtes paralleler Kräfte.

161. Um den aufgestellten Principien gemäſs aus dem Verhalten der höhern Differenzialcoefficienten den Zustand des Gleichgewichtes abzuleiten, wenn für parallele Kräfte $\frac{dS}{dn} = 0$ wird, ist es am besten, auf den ursprünglichen Ausdruck für S, Nro. 137, zurück zu gehen.

Da man für parallele Kräfte

$$\cos.\alpha = \cos.\alpha' = . .$$
$$\cos.\beta = \cos.\beta' = . .$$
$$\cos.\gamma = \cos.\gamma' = . .$$

setzen kann, wenn man die nach entgegengesetzten Richtungen wirkenden Kräfte mit entgegengesetzten Zeichen einführt, so läſst sich S auf folgende Art ordnen:

$$\begin{aligned} S = (P + P' + . .) \, [&\cos.\alpha\,(n \cos.\mu - m \cos.\nu) \\ &+ \cos.\beta\,(l \cos.\nu - n \cos.\lambda) \\ &+ \cos.\gamma\,(m \cos.\lambda - l \cos.\mu)] \end{aligned}$$
$$+ (Px + P'x' + . .)\,(\cos.\gamma \cos.\mu - \cos.\beta \cos.\nu)$$
$$+ (Py + P'y' + . .)\,(\cos.\alpha \cos.\nu - \cos.\gamma \cos.\lambda)$$
$$+ (Pz + P'z' + . .)\,(\cos.\beta \cos.\lambda - \cos.\alpha \cos.\mu)$$

162. Bezeichnet man diesen Ausdruck durch

$$S = (P + P' + . .) A$$
$$+ (Px + P'x' + . .) B$$
$$+ (Py + P'y' + . .) C$$
$$+ (Pz + P'z' + . .) D,$$

so hat man

$$\frac{dS}{d\eta} = B\left(P\frac{dx}{d\eta} + P'\frac{dx'}{d\eta} + . .\right)$$
$$+ C\left(P\frac{dy}{d\eta} + P'\frac{dy'}{d\eta} + . .\right)$$
$$+ D\left(P\frac{dz}{d\eta} + P'\frac{dz'}{d\eta} + . .\right)$$
$$= B\left[P(y\cos.\nu - z\cos.\mu) + P(n\cos.\mu - m\cos.\nu)\right.$$
$$+ P'(y'\cos.\nu - z'\cos.\mu) + P'(n\cos.\mu - m\cos.\nu)$$
$$\left. + . .\right]$$
$$+ C\left[P(z\cos.\lambda - x\cos.\nu) + P(l\cos.\nu - n\cos.\lambda)\right.$$
$$+ P'(z'\cos.\lambda - x'\cos.\nu) + P'(l\cos.\nu - n\cos.\lambda)$$
$$\left. + . .\right]$$
$$+ D\left[P(x\cos.\mu - y\cos.\lambda) + P(m\cos.\lambda - l\cos.\mu)\right.$$
$$+ P'(x'\cos.\mu - y'\cos.\lambda) + P'(m\cos.\lambda - l\cos.\mu)$$
$$\left. + . .\right]$$
$$= (P + P' + . .)\left[B(n\cos.\mu - m\cos.\nu)\right.$$
$$+ C(l\cos.\nu - n\cos.\lambda)$$
$$\left. + D(m\cos.\lambda - l\cos.\mu)\right]$$
$$+ (Px + P'x' + . .)(D\cos.\mu - C\cos.\nu)$$
$$+ (Py + P'y' + . .)(B\cos.\nu - D\cos.\lambda)$$
$$+ (Pz + P'z' + . .)(C\cos.\lambda - B\cos.\mu).$$

163. Da die einzelnen Glieder dieses Ausdrucks die nämlichen veränderlichen Factoren haben, als die von S, so ist klar, daſs wenn man

$$\frac{dS}{d\eta} = (P + P' + . .) A'$$
$$+ (Px + P x' + . .) B'$$
$$+ (Py + P'y' + . .) C'$$
$$+ (Pz + P'z' + . .) D' \text{ setzt,}$$

$$\frac{d^2 S}{d\eta^2} = (P + P' + . .) A''$$
$$+ (Px + P'x' + . .) B''$$
$$+ (Py + P'y' + . .) C''$$
$$+ (Pz + P'z' + . .) D''$$

gesetzt werden kann, und so weiter für alle folgende.

Man sieht hieraus, dafs die Gleichungen

$$P + P' + . . = 0,$$
$$Px + P'x' + . . = 0,$$
$$Py + P'y' + . . = 0,$$
$$Pz + P'z' + . . = 0,$$

wodurch S eben sowohl für jeden Werth von α, β, γ, als für jeden Werth von l, m, n, λ, μ, ν Null wird, auch alle Differenzialcoefficienten von S in Beziehung auf η zu Null machen, und dafs man also, wenn es nicht schon von selbst klar wäre, hieraus folgern könnte, dafs ein freies System, das sich bei unveränderter Lage für jede Richtung der parallelen Kräfte im Gleichgewichte befindet, auch bei unveränderter Richtung der Kräfte in jeder Lage im Gleichgewichte ist.

164. Ist die Richtung der Kräfte parallel mit der Achse der z, so ist $\cos.\alpha = 0$, $\cos.\beta = 0$, $\cos.\gamma = 1$, und

$$S = (P + P' + . .)(m \cos.\lambda - l \cos.\mu)$$
$$+ (Px + P'x' + . .) \cos.\mu$$
$$- (Py + P'y' + . .) \cos.\lambda,$$

woraus, wenn S für jeden Werth von l, m, n, λ, μ, ν Null seyn soll, d. h. wenn das freie System im Gleichgewichte seyn soll,

$$P + P' + . . = 0,$$
$$Px + P'x' + . . = 0,$$
$$Py + P'y' + . . = 0$$

folgt. Da hierdurch

$$\frac{dS}{dn} = (Pz + P'z' + ..) D',$$
$$\frac{d^2S}{dn^2} = (Pz + P'z' + ..) D''$$
etc.

wird, so sind wieder alle Differenzialcoefficienten Null, und das System ist wieder in jeder Lage im Gleichgewichte, wenn $Pz + P'z' + .. = 0$ ist. Um aber den Zustand des Gleichgewichtes zu kennen, wenn

$$Pz + P'z' + .. \gtrless 0$$

ist, muſs das Zeichen von D' bestimmt werden. Da nun

$$D' = C \cos.\lambda - B \cos.\mu,$$

und für $\cos.\alpha = 0$, $\cos.\beta = 0$, $\cos.\gamma = 1$

$$C = -\cos.\lambda, \quad B = \cos.\mu$$

ist, so hat man

$$D' = -(\cos.^2\lambda + \cos.^2\mu) = -\sin.^2\nu,$$

und folglich

$$\frac{dS}{dn} = -(Pz + P'z' + ..) \sin.^2\nu.$$

$\frac{dS}{dn}$ ist also negativ, und daher das Gleichgewicht des freien Systems stabil, wenn

$$Pz + P'z' + .. > 0$$

ist, d. h. wenn die Summe der Momente für eine zu der Richtung der Kräfte senkrechte Ebene positiv ist. Daſs man hierbei die Kräfte, welche nach der Richtung der positiven z wirken, positiv annehmen muſs, folgt daraus, daſs $\cos.\gamma = +1$ gesetzt worden ist.

165. Bezeichnet man die positiven (nach oben wirkenden) Kräfte mit P, P', .. und die Coordinaten ihres Mittelpunctes mit X', Y', Z'; ferner die negativen (nach unten wirkenden) Kräfte mit $P_{,}$, $P_{,,}$, .. und die Coordinaten ihres Mittelpunctes mit $X_{,}$, $Y_{,}$, $Z_{,}$; so ist

$$X' = \frac{Px + P'x' + ..}{P + P' + ..}; \quad X_, = \frac{P_,x_, + P_{,,}x_{,,} + ..}{P_, + P_{,,} + ..};$$

$$Y' = \frac{Py + P'y' + ..}{P + P' + ..}; \quad Y_, = \frac{P_,y_, + P_{,,}y_{,,} + ..}{P_, + P_{,,} + ..};$$

$$Z' = \frac{Pz + P'z' + ..}{P + P' + ..}; \quad Z_, = \frac{P_,z_, + P_{,,}z_{,,} + ..}{P_, + P_{,,} + ..};$$

und folglich

$$Px + P'x' + P_,x_, + P_{,,}x_{,,} + .. = (P + P' + ..)X' + (P_, + P_{,,} + ..)X_,;$$

$$Py + P'y' + P_,y_, + P_{,,}y_{,,} + .. = (P + P' + ..)Y' + (P_, + P_{,,} + ..)Y_,;$$

$$Pz + P'z' + P_,z_, + P_{,,}z_{,,} + .. = (P + P' + ..)Z' + (P_, + P_{,,} + ..)Z_,;$$

oder, weil vermöge der ersten Gleichung des Gleichgewichtes, Nro. 164, $P_, + P_{,,} + .. = -(P + P' + ..)$ ist,

$$Px + P'x' + P_,x_, + P_{,,}x_{,,} + .. = (P + P' + ..)(X' - X_,);$$

$$Py + P'y' + P_,y_, + P_{,,}y_{,,} + .. = (P + P' + ..)(Y' - Y_,);$$

$$Pz + P'z' + P_,z_, + P_{,,}z_{,,} + .. = (P + P' + ..)(Z' - Z_,);$$

woraus vermöge der zweiten und dritten Gleichung des Gleichgewichtes

$$X' = X_,; \quad Y' = Y_,,$$

und vermöge der Bedingung der Stabilität

$$Z' > Z_,$$

folgt. Das Gleichgewicht erfordert also, dafs der Mittelpunct der positiven Kräfte mit dem der negativen in einer, mit der Richtung der Kräfte parallelen Geraden liege, und die Stabilität, dafs der Mittelpunct der nach oben wirkenden höher liege, als der Mittelpunct der nach unten wirkenden.

166. Ist das System nur mit Hülfe eines festen Punctes im Gleichgewichte, den man zum Ursprunge

der Coordinaten nimmt, und die Richtung der Kräfte parallel mit der Achse der z, so ist $l = 0$, $m = 0$, $n = 0$, $\cos. \alpha = 0$, $\cos. \beta = 0$, $\cos. \gamma = 1$, und folglich

$$S = (Px + P'x' + . .) \cos. \mu$$
$$- (Py + P'y' + . .) \cos. \lambda.$$

Die Gleichungen des Gleichgewichtes sind also

$$Px + P'x' + . . = 0,$$
$$Py + P'y' + . . = 0,$$

wodurch

$$\frac{dS}{dn} = (P + P' + . .) A'$$
$$+ (Pz + P'z' + . .) D'$$

wird. Die angegebenen Werthe von l, m, . . machen aber $A' = 0$, $D' = - \sin.^2 \nu$, und folglich

$$\frac{dS}{dn} = - (Pz + P'z' + . .) \sin.^2 \nu.$$

Die Bedingung der Stabilität ist also

$$Pz + P'z' + . . > 0.$$

Bezeichnet man die Coordinaten des Mittelpunctes sämmtlicher Kräfte mit X, Y, Z; so folgt aus den beiden Gleichungen des Gleichgewichtes, und der Voraussetzung, daſs $P + P' + . . \gtrless 0$ ist,

$$X = 0; \quad Y = 0,$$

und aus der Bedingung der Stabilität

$$Z \gtrless 0,$$

je nachdem $P + P' + . . \gtrless 0$ ist. Das Gleichgewicht erfordert also, daſs der Mittelpunct sämmtlicher Kräfte und der feste Punct in einer mit der Richtung der Kräfte parallelen Geraden liege, und die Stabilität, daſs der Mittelpunct höher oder tiefer liege, als der feste Punct, je nachdem die Summe der nach oben wirkenden Kräfte

gröſser oder kleiner ist, als die Summe der nach unten wirkenden.

167. Ist das System nur mit Hülfe einer festen, durch den Ursprung der Coordinaten gehenden Achse im Gleichgewichte, und die Richtung der Kräfte parallel mit der Achse der z, so ist wieder $l=0$, $m=0$, $n=\sigma$, $\cos.\alpha=0$, $\cos.\beta=0$, $\cos.\gamma=1$, und folglich
$S=(Px+P'x'+..)\cos.\mu-(Py+P'y'+..)\cos.\lambda=0$
die einzige Gleichung des Gleichgewichtes.

Durch Substitution der Werthe von l, m, . . in den Ausdruck für $\frac{dS}{dn}$, Nro. 162, erhält man

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dn} &= (Px+P'x'+..)\cos.\lambda\cos.\nu\\ &+ (Py+P'y'+..)\cos.\mu\cos.\nu\\ &- (Pz+P'z'+..)\sin.^2\nu.\end{aligned}$$

Da man nun vermöge der Gleichung des Gleichgewichtes

$$Py+P'y'+..=(Px+P'x'+..)\frac{\cos.\mu}{\cos.\lambda},$$

und folglich

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dn} &= (Px+P'x'+..)\left(\cos.\lambda\cos.\nu+\frac{\cos.^2\mu\cos.\nu}{\cos.\lambda}\right)\\ &- (Pz+P'z'+..)\sin.^2\nu\\ &= (Px+P'x'+..)(\cos.^2\lambda+\cos.^2\mu)\frac{\cos.\nu}{\cos\lambda}\\ &- (Pz+P'z'+..)\sin.^2\nu\\ &= -\left[Pz+P'z'+..-(Px+P'x'+..)\frac{\cos.\nu}{\cos.\lambda}\right]\sin.^2\nu\end{aligned}$$

hat, so ist

$$Pz+P'z'+..>(Px+P'x'+..)\frac{\cos.\nu}{\cos.\mu}$$

die Bedingung der Stabilität.

Bezeichnet man die Coordinaten des Mittelpunctes sämmtlicher Kräfte mit X, Y, Z, so folgt aus der Gleichung des Gleichgewichtes

$$Y = X \frac{\cos. \mu}{\cos. \lambda},$$

und aus der Bedingung der Stabilität

$$Z \gtrless X \frac{\cos \nu}{\cos. \lambda},$$

je nachdem $P + P' + . . \gtrless o$ ist. Da nun

$$y = x \frac{\cos \mu}{\cos. \lambda}, \quad z = x \frac{\cos. \nu}{\cos. \lambda}$$

die Gleichungen der festen Achse sind, so sieht man, daſs die Gleichung des Gleichgewichts befriedigt ist, wenn der Mittelpunct der parallelen Kräfte in der durch die Achse gehenden und mit der Richtung der Kräfte parallelen Ebene liegt, und die Bedingung der Stabilität, wenn der Mittelpunct höher oder tiefer liegt als die Achse, je nachdem die Summe der nach oben wirkenden Kräfte gröſser oder kleiner ist, als die Summe der nach unten wirkenden.

IV.

Über die Auflösung eines Systems mehrerer Gleichungen vom ersten Grade mit eben so vielen unbekannten Gröſsen;

von

A. v. Ettingshausen.

1.

Das interessante Gesetz, nach welchem die Auflösungsformeln eines Inbegriffes mehrerer Gleichungen vom ersten Grade aus den darin vorkommenden Coefficienten der unbekannten Gröſsen und aus den isolirt ste-

henden bekannten Gliedern gebildet erscheinen, wird in mehreren Lehrbüchern der Algebra angeführt, und kann deſshalb gegenwärtig wohl als allgemein bekannt betrachtet werden; allein fast überall begnügt man sich damit, es bloſs durch Induction anschaulich zu machen, und scheint einen strengen Beweis desselben, in Beziehung auf den Elementar-Unterricht, für zu schwierig, oder wenigstens für zu weitläufig zu halten, weſswegen derselbe weit weniger bekannt ist, als er es zu seyn verdiente. Den Lesern dieser Zeitschrift dürfte es daher nicht unangenehm seyn, denselben, in nachstehender allgemeinen Auflösung der Gleichungen des ersten Grades mit mehreren unbekannten Gröſsen, streng und bündig dargestellt zu sehen.

2.

Es seyen die Werthe der m unbekannten Gröſsen

$$x_1, x_2, x_3, \ldots\ldots x_m$$

aus den m Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l} a_1 x_1 + b_1 x_2 + c_1 x_3 + \ldots + h_1 x_m = k_1 \\ a_2 x_1 + b_2 x_2 + c_2 x_3 + \ldots + h_2 x_m = k_2 \\ a_3 x_1 + b_3 x_2 + c_3 x_3 + \ldots + h_3 x_m = k_3 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_m x_1 + b_m x_2 + c_m x_3 + \ldots + h_m x_m = k_m \end{array}\right\} \quad (1)$$

worin $a_1, a_2, a_3, \ldots\ldots a_m$; $b_1, b_2, b_3, \ldots\ldots b_m$; $c_1, c_2, c_3, \ldots\ldots c_m$ u. s. w. sämmtlich gegebene Gröſsen vorstellen, zu bestimmen.

Man multiplicire zu diesem Ende die Gleichungen (1) der Reihe nach mit den vor der Hand noch unbestimmten Gröſsen $M_1, M_2, M_3, \ldots\ldots M_m$, und addire die sich dabei ergebenden Producte, so erhält man die Gleichung

$$\left.\begin{array}{l}(M_1 a_1 + M_2 a_2 + M_3 a_3 + \ldots + M_m a_m) x_1 \\ + (M_1 b_1 + M_2 b_2 + M_3 b_3 + \ldots + M_m b_m) x_2 \\ + (M_1 c_1 + M_2 c_2 + M_3 c_3 + \ldots + M_m c_m) x_3 \\ + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ + (M_1 h_1 + M_2 h_2 + M_3 h_3 + \ldots + M_m h_m) x_m\end{array}\right\} = \\ = M_1 k_1 + M_2 k_2 + M_3 k_3 + \ldots + M_m k_m. \quad (2)$$

Will man nun den Werth irgend einer der Unbekannten, z. B. den Werth von x_1 finden, so suche man nur die Multiplicatoren M_1, M_2, M_3, ... M_m dergestalt zu wählen, daſs die Coeſſicienten der übrigen Unbekannten x_2, x_3, ... x_m in der Gleichung (2) durchgehends verschwinden, d. h. so, daſs die Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l}M_1 b_1 + M_2 b_2 + M_3 b_3 + \ldots + M_m b_m = 0 \\ M_1 c_1 + M_2 c_2 + M_3 c_3 + \ldots + M_m c_m = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ M_1 h_1 + M_2 h_2 + M_3 h_3 + \ldots + M_m h_m = 0\end{array}\right\} \quad (3)$$

Statt finden; ist dieſs geschehen, so ist auch das Verlangte augenblicklich bewerkstelliget, denn die Gleichung (2) reducirt sich hiedurch auf

$$(M_1 a_1 + M_2 a_2 + M_3 a_3 + \ldots + M_m a_m) x_1 = \\ = M_1 k_1 + M_2 k_2 + M_3 k_3 + \ldots + M_m k_m,$$

woraus

$$x_1 = \frac{M_1 k_1 + M_2 k_2 + M_3 k_3 + \ldots + M_m k_m}{M_1 a_1 + M_2 a_2 + M_3 a_3 + \ldots + M_m a_m} \quad (4)$$

folgt. Auf ähnliche Weise verfährt man, um x_2, x_3, ... x_m auszumitteln.

3.

Die Multiplicatoren von der zur Bestimmung des x_1 so eben geforderten Beschaffenheit würde man sogleich erhalten, wenn es möglich wäre, aus den Coefficienten a_1, b_1, c_1, ... h_1; a_2, b_2, c_2, ... h_2 u. s. w. ein Polynom zu bilden, wovon jedes Glied nur eine der Gröſsen a_1, a_2, a_3, ... a_m, und zwar nur in der er-

sten Potenz enthielte, und welches in die Nulle überginge, sobald man statt $a_1, a_2, a_3, \ldots a_m$

entweder $b_1, b_2, b_3, \ldots b_m$

oder $c_1, c_2, c_3, \ldots c_m$

. . . .

oder $h_1, h_2, h_3, \ldots h_m$

schriebe. Denn hätte man ein solches Polynom, so dürfte man ihm nur die Form

$$A_1 a_1 + A_2 a_2 + A_3 a_3 + \ldots + A_m a_m$$

geben: die Gröſsen $A_1, A_2, A_3, \ldots A_m$, welche von $a_1, a_2, a_3, \ldots a_m$ frei wären, stellten sodann die verlangten Multiplicatoren dar, denn man hätte hier

$$A_1 b_1 + A_2 b_2 + A_3 b_3 + \ldots + A_m b_m = 0,$$
$$A_1 c_1 + A_2 c_2 + A_3 c_3 + \ldots + A_m c_m = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$A_1 h_1 + A_2 h_2 + A_3 h_3 + \ldots + A_m h_m = 0.$$

4.

Man bilde alle möglichen Zusammenstellungen der Elemente

$$a_1, b_1, c_1, \ldots . h_1,$$
$$a_2, b_2, c_2, \ldots . h_2,$$
$$a_3, b_3, c_3, \ldots . h_3,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$a_m, b_m, c_m, \ldots . h_m$$

unter der Bedingung, daſs jedes Mal sowohl aus jeder Horizontalreihe als auch aus jeder Verticalreihe eines, aber nur eines, genommen werde; oder kürzer: man lege den Factoren des Productes

$$a b c \ldots . h$$

die Zahlen $1, 2, 3 \ldots\ldots . m$

in jeder möglichen Ordnung als Zeiger bei, und addire die hieraus entspringenden Producte theils mit dem Zei-

chen +, theils mit —, so ist das verlangte Polynom, und zwar so wie es die Bestimmung jeder beliebigen der m Unbekannten x_1, x_2, x_3, . . . x_m fordert, vorhanden, sobald man im Stande ist, die Zeichen + und — unter seine Glieder dergestalt zu vertheilen, daſs je zwei derselben, die sich bloſs durch die Zeiger zweier Elemente von einander unterscheiden (z. B. nur dadurch, daſs in dem einen Gliede oder Producte a mit dem Zeiger λ, und c mit dem Zeiger μ; in dem anderen hingegen a mit dem Zeiger μ, und c mit dem Zeiger λ erscheint, während alle anderen Elemente in diesen beiden Gliedern, stückweise mit einander verglichen, einerlei Zeiger besitzen), entgegengesetzte Zeichen erhalten. Denn setzt man sodann an die Stelle eines Elementes (z. B. an die Stelle von a) überall ein anderes (z. B. überall c), so stimmen je zwei mit entgegengesetzten Zeichen versehene Glieder in dem Polynome nunmehr genau überein, und tilgen sich, wodurch sich das Polynom auf die Nulle reducirt.

5.

Es kömmt also nur darauf an, unter sämmtliche Versetzungen der m Zahlen 1, 2, 3, . . . m die Zeichen + und — dergestalt zu vertheilen, daſs je zwei Versetzungen oder Gruppen, welche sich durch nichts anderes, als bloſs durch die Stellung zweier Zahlen von einander unterscheiden, d. h. in denen diese Zahlen gegen einander verwechselt erscheinen, stets entgegengesetzte Zeichen erhalten, man mag was immer für zwei Zahlen ins Auge fassen.

Um dieſs zu leisten, gehe man jede einzelne Versetzung von der Rechten gegen die Linke durch, und bemerke bei jeder einzelnen darin vorkommenden Zahl, etwa mittelst eines daran zu hängenden Exponenten oder

Zeigers, den wir hier eine *Marke* nennen wollen, wie viele kleinere Zahlen ihr, wenn man die Versetzung von der Linken gegen die Rechte abliest, nachfolgen, wobei natürlich jene Zahlen, hinter welchen bloſs höhere Zahlen erscheinen, die Marke o erhalten. Man addire die Marken jeder einzelnen Versetzung, und gebe ihr, wenn die Summe gerade oder auch $=0$ ausfällt, das eine der beiden Zeichen $\pm$ (z. B. $+$), und wenn diese Summe ungerade ist, das andere (z. B. $-$), so ist das Verlangte geschehen.

Denn es seyen P und Q zwei aus dem Systeme sämmtlicher Versetzungen der Elemente 1, 2, 3, ... m herausgehobene Permutationsformen, in welchen bloſs die zwei Elemente a und b gegen einander vertauscht stehen, die übrigen Elemente hingegen genau dieselben Plätze einnehmen (offenbar gibt es für jedes P, hinsichtlich jeder zwei Elemente, ein Q): so sind die Summen aller Marken in P und Q, in Bezug auf die Theilbarkeit durch 2, gewiſs von entgegengesetzter Beschaffenheit, was sich durch nachstehende Betrachtung beweisen läſst.

Es bedeute A den Inbegriff der in P und Q beiden Zahlen a, b vorausgehenden, B den Inbegriff der zwischen a und b liegenden, und C den Inbegriff der beiden nachfolgenden Elemente; ferner S' die Summe der Marken in P, und S'' die gleichnamige Summe in Q: so rührt der zwischen S' und S'' obwaltende Unterschied bloſs von der Verschiedenheit der Marken der Elemente a, b, und der dazwischen liegenden Gruppe B her, denn auf jedes der in A oder C befindlichen Elemente folgen in P und Q offenbar einerlei Zahlen, wodurch sich in beiden Fällen einerlei Marken ergeben.

Lassen wir, was erlaubt ist, $a < b$ seyn, und nehmen wir an, in der Permutationsform P stehe a an einer früheren Stelle als b, so daſs in Q das Element b

vorausgeht und a nachfolgt; bezeichnen wir ferner die Marken, welche a und b in P besitzen, durch α und β, und die eben daselbst sich ergebende Summe der Marken von B durch σ, und stellen wir endlich die Anzahl der zur Gruppe B gehörenden Elemente, welche niedriger sind als a, durch ν; die Anzahl jener, welche höher sind als a, aber niedriger als b, durch μ, und die Anzahl jener, welche b übertreffen, durch $\varkappa$ vor.

Wird, um P in Q zu verwandeln, a mit b verwechselt, so kommt nunmehr bei der Bestimmung der Marken aller Elemente in B, welche höher sind als a, dieses Element in Betrachtung, weſswegen, um die Summe der zu B gehörenden Marken für die Permutationsform Q zu erhalten, erstlich $\mu + \varkappa$ Einheiten zu σ hinzuzufügen sind; hingegen kömmt b aus dem Bereiche aller Elemente, welche höher sind als b, weſswegen von der erwähnten Summe wieder $\varkappa$ Einheiten wegfallen, und demnach ihr wahrer Werth sich auf $\sigma + \mu$ reducirt. Was die Marke von a betrifft, so wird dieselbe bei dem Übergange von P auf Q um so viele Einheiten verringert, als niedrigere Elemente auf die linke Seite von a treten, nämlich um ν Einheiten; die Marke von b hingegen wächst um so viele Einheiten, als niedrigere Elemente auf die rechte Seite von b versetzt worden sind, nämlich um $\nu + \mu + 1$ Einheiten, weil nebst den in B befindlichen $\nu + \mu$ Elementen dieser Art, auch noch das auf die rechte Seite von b gestellte Element a in Erwägung zu ziehen ist. Hieraus ergibt sich der Betrag des Unterschiedes

$$S'' - S = 2\mu + 1.$$

Da $2\mu + 1$ nothwendig ungerade ist, so können S' und S'' zugleich weder gerade noch ungerade seyn, sondern eine der Summen S', S'' ist gerade, und die andere ungerade.

Die Permutationen P, Q, welche sich bloſs durch die Stellung der zwei Elemente a, b von einander unterscheiden, erhalten also nach dem oben beschriebenen Verfahren wirklich entgegengesetzte Zeichen.

6.

Das bequemste Verfahren, die Permutationen der Elemente 1, 2, 3, . . . m darzustellen, ist bekanntlich die nach der natürlichen Ordnung der einzelnen Gruppen fortschreitende Erzeugung derselben. Man sieht nämlich von zwei Permutationsformen jene als die höhere an, welche, wenn beide von der Linken gegen die Rechte abgelesen werden, an einer früheren Stelle ein höheres Element enthält, oder mit anderen Worten, jene, welche als eine nach dem $m$ziffrigen oder auch nach einem noch mehrere Ziffern in Anspruch nehmenden Zahlensysteme geschriebene Zahl betrachtet, eine gröſsere Menge von Einheiten umfaſst, und man erhält dem zu Folge die auf irgend eine gegebene Aneinanderreihung der Elemente 1, 2, 3, . . . m folgende nächst höhere Permutationsform, wenn man die späteste Stelle aufsucht, in welche aus den nachfolgenden Stellen ein höheres Element gesetzt werden kann, als bereits in ihr steht (wozu nichts weiter nöthig ist, als die gegebene Permutationsform von der Rechten gegen die Linke, also in verkehrter Ordnung zu betrachten, und diejenige Stelle ins Auge zu fassen, in der dabei zuerst eine Abweichung von der natürlichen Stufenfolge der Elemente sich darbietet); sodann das nächst höhere der in diesen nachfolgenden Stellen vorhandenen Elemente in die erstere Stelle bringt, und das daraus verdrängte Element mit den übrigen ihm nachfolgenden Elementen ihrer natürlichen Ordnung gemäſs zusammenstellt, wobei die, der Stelle, in welcher die erste Änderung vorfiel, vor-

ausgehenden Elemente gänzlich unberührt bleiben. Fängt man nun mit der niedrigsten Permutationsform, jener nämlich, in welcher die Elemente 1, 2, 3, . . . m in ihrer natürlichen Ordnung erscheinen, an, und sucht, so lange dieſs angeht, d. h. so lange man noch nicht auf eine Gruppe gekommen ist, worin die Elemente in verkehrter Ordnung stehen, zu jeder einzelnen Gruppe die nächst höhere, so gelangt man zu dem vollständigen und wohlgeordneten Systeme der Versetzungen der gegebenen Elemente, ohne Gefahr zu laufen eine Gruppe zu übergehen, oder öfter als ein Mal zu bilden.

Es ergibt sich nun die Frage, wie man die Zeichen $+$ und $-$ an diesem Systeme auf einander folgen lassen soll, um jeder einzelnen Gruppe das im Vorigen geforderte Zeichen beizulegen?

Um diese Frage zu beantworten, ist bloſs nöthig zu untersuchen, in welchen Fällen zwei unmittelbar auf einander folgenden Permutationsformen einerlei, und in welchen denselben verschiedene Zeichen zukommen.

Es sey, in irgend einer gegebenen Gruppe, a das späteste erhöhungsfähige Element; b das nächst höhere unter den darauf folgenden, nothwendig in verkehrter Ordnung stehenden Elementen, deren Anzahl durch λ bezeichnet werde. Kömmt nun, um die nächste Permutationsform hervorzubringen, b an die Stelle von a, und werden die übrigen $\lambda - 1$ Elemente sammt a in die natürliche Ordnung gesetzt, so fällt in der neugebildeten Gruppe die Marke von b um eine Einheit höher aus, als die Marke von a (oder auch jene von b) in der früheren Gruppe, denn unter den erwähnten $\lambda - 1$ Elementen gibt es keine, deren Werthe zwischen a und b liegen, a aber ist niedriger als b. Dagegen sind die Marken der auf b folgenden λ Elemente in der neuen Complexion, worin diese Elemente sich in natürlicher Ordnung be-

finden, sämmtlich $= 0$, während dieselben Stellen in der früheren Complexion, worin die verkehrte Ordnung der Elemente herrscht, offenbar die Marken

$$\lambda - 1,\ \lambda - 2,\ \lambda - 3,\ \ldots\ 3,\ 2,\ 1,\ 0$$

an sich tragen, deren Summe $= \frac{\lambda(\lambda - 1)}{2}$ ist, was auch aus dem Umstande erhellet, dafs diese Summe offenbar der Anzahl der Zusammenstellungen zu zweien gleich kommt, welche bei λ Elementen Statt finden.

Der Unterschied zwischen den Summen der Marken beider Gruppen ist dem zu Folge $= \frac{\lambda(\lambda - 1)}{2} - 1$. Je nachdem diese Zahl gerade oder ungerade ausfällt, d. h. je nachdem $\frac{\lambda(\lambda - 1)}{2}$ ungerade oder gerade ist, sind beide Summen, rücksichtlich der Theilbarkeit durch 2, von einerlei oder von verschiedener Beschaffenheit, und beide Permutationsformen tragen einerlei oder verschiedene Zeichen an sich.

Der erste Fall tritt ein, wenn λ eine der Formen $4r + 2$ oder $4r + 3$, und der andere, wenn λ eine der Formen $4r$ oder $4r + 1$ besitzt.

Hieraus fliefst nachstehende einfache Vorschrift zur Bestimmung der Zeichen, welche den gut geordnet auf einander folgenden Versetzungen der Elemente 1, 2, 3, . . . m beizulegen sind:

Man setze über die Verticalcolumnen, welche die in gleichnamigen Stellen der unter einander geschriebenen Versetzungen vorhandenen Elemente darstellen, von der Rechten gegen die Linke (also in einer Ordnung, welche jener, in welcher man die Stellen einer Gruppe zu zählen pflegt, entgegengesetzt ist) nach der Reihe zuerst zwei Mal das Zeichen —, dann zwei Mal das Zeichen +, dann wieder zwei Mal — u. s. w., bis alle Co-

lumnen bezeichnet sind; die erste Gruppe wird nun mit dem Zeichen + versehen, bei der Bestimmung des Zeichens jeder folgenden wird das Zeichen der nächst vorhergehenden Gruppe mit dem Zeichen derjenigen Verticalcolumne, in welcher sich die Elemente beider, wenn man dieselben von der Linken gegen die Rechte mit einander vergleicht, zuerst von einander unterscheiden, nach der Regel verbunden, daſs gleiche Zeichen +, ungleiche aber — geben.

7.

Das hier Gesagte macht es möglich, die Ausdrücke für die Werthe der unbekannten Gröſsen, welche aus so vielen Gleichungen vom ersten Grade, als zur vollständigen Bestimmung derselben hinreichen, abzuleiten sind, mit der gröſsten Leichtigkeit darzustellen. Man hat aus den Coefficienten der unbekannten Gröſsen nur das in 4. bezeichnete Polynom zu bilden, welches, wie die Formel (4) in 2. zeigt, der sämmtlichen zu suchenden Ausdrücken gemeinschaftliche Nenner ist. Aus diesem Nenner folgt sodann, wie der bloſse Anblick der Formel (4) gleichfalls lehrt, der Zähler des Werthes jeder einzelnen Unbekannten, wenn man an die Stelle der zu dieser Unbekannten gehörigen Coefficienten die in den gegebenen Gleichungen isolirt stehenden bekannten Theile bringt.

Es seyen z. B. die vier Gleichungen

$$a_1 x_1 + b_1 x_2 + c_1 x_3 + d_1 x_4 = k_1$$
$$a_2 x_1 + b_2 x_2 + c_2 x_3 + d_2 x_4 = k_2$$
$$a_3 x_1 + b_3 x_2 + c_3 x_3 + d_3 x_4 = k_3$$
$$a_4 x_1 + b_4 x_2 + c_4 x_3 + d_4 x_4 = k_4$$

aufzulösen. Die Permutationen der Zahlen 1, 2, 3, 4 sammt ihren Zeichen sind nachstehende, wobei jedoch

die Verticalcolumnen zur Ersparung des Raumes gebrochen wurden:

+ + − −	+ + − −	+ + − −	+ + − −
+ 1 2 3 4	− 2 1 3 4	+ 3 1 2 4	− 4 1 2 3
− 1 2 4 3	+ 2 1 4 3	− 3 1 4 2	+ 4 1 3 2
− 1 3 2 4	+ 2 3 1 4	− 3 2 1 4	+ 4 2 1 3
+ 1 3 4 2	− 2 3 4 1	+ 3 2 4 1	− 4 2 3 1
+ 1 4 2 3	− 2 4 1 3	+ 3 4 1 2	− 4 3 1 2
− 1 4 3 2	+ 2 4 3 1	− 3 4 2 1	+ 4 3 2 1

Der gemeinschaftliche Nenner der Werthe von x_1, x_2, x_3, x_4 ist somit

$$\begin{aligned} N = & \, a_1b_2c_3d_4 - a_1b_2c_4d_3 - a_1b_3c_2d_4 + a_1b_3c_4d_2 + a_1b_4c_2d_3 - a_1b_4c_3d_2 \\ & - a_2b_1c_3d_4 + a_2b_1c_4d_3 + a_3b_1c_2d_4 - a_3b_1c_4d_2 - a_3b_4c_1d_2 + a_3b_4c_2d_1 \\ & + a_3b_1c_2d_4 - a_3b_1c_4d_2 - a_3b_2c_1d_4 + a_3b_2c_4d_1 + o_3b_4c_1d_2 - a_3b_4c_2d_1 \\ & - a_4b_1c_2d_3 + a_4b_1c_3d_2 + a_4b_2c_1d_3 - a_4b_2c_3d_1 - a_4b_3c_1d_2 + a_4b_3c_2d_1 \end{aligned}$$

Bezeichnet man die Ausdrücke, in welche sich N verwandelt, je nachdem man sämmtliche a oder b oder c oder d in k umändert, durch A, B, C, D, so hat man

$$x_1 = \frac{A}{N}, \quad x_2 = \frac{B}{N}, \quad x_3 = \frac{C}{N}, \quad x_4 = \frac{D}{N}.$$

8.

Das in diesen Ausdrücken herrschende Bildungsgesetz wurde zuerst von *Cramer* bemerkt, und im Jahre 1750 im Anhange zu seiner *Introduction à l'Analyse des lignes courbes algébriques*, jedoch nur als ein blofses Ergebnifs der Induction, ohne Beweis, angezeigt. Denselben gab zuerst *Laplace* im zweiten Theile der *Mémoires* der Pariser Academie vom Jahre 1772, jedoch nur als eine Nebensache, in einem, höhere Zwecke verfolgenden Aufsatze, wefswegen dieser Beweis lange ganz unbeachtet blieb. *Bézout* begnügte sich in seiner im Jahre 1779 erschienenen *Théorie générale des Équations*

algébriques mit einer Induction, und *Hindenburg* beschränkte sich in der Vorrede zu *Rudigeri specimen analyticum de lineis curvis secundi ordinis* (1784) darauf, die Auflösungsformeln für die Gleichungen des ersten Grades mit Hülfe combinatorischer Methoden, wovon Einiges auch oben benützt worden ist, leicht darstellbar zu machen, und in die von ihm angenommene Zeichensprache einzukleiden. Einen mit dem hier vorgetragenen und jenem von *Laplace* der Grundansicht nach übereinstimmenden weitläufigen aber strengen Beweis von *H. A. Rothe* machte *Hindenburg* in der zweiten Sammlung combinatorisch-analytischer Abhandlungen im Jahre 1800 bekannt. Im 4ten Bande der *Annales de Mathématiques pures et appliquées* (1813) erläuterte der Herausgeber derselben, *Gergonne*, den *Laplace*'schen Beweis; der 12te Band derselben Zeitschrift vom Jahre 1821 enthält eine höchst einfache successive Ableitung der Auflösungsformeln der Gleichungen vom ersten Grade mit einer, zwei, drei, vier unbekannten Gröſsen u. s. w. *Cauchy* hat diesen Gegenstand auf eine höchst scharfsinnige, ihm eigenthümliche Weise im 17ten *Cahier* des *Journal de l'école polytechnique*, und im ersten Bande seines *Cours d'Analyse* betrachtet, welche wir unseren Lesern in einem der folgenden Hefte dieser Zeitschrift mit einigen neuen Erörterungen mittheilen wollen. Um nichts uns Bekanntes, zur Litteratur dieses Gegenstandes Gehörendes, zu übergehen, führen wir noch *Hessel's* Abhandlung: Über positive und negative Permutationen, Marburg 1823, an.

V.

Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

A. Meteorologie.

1. Über die Erscheinungen der Vulcane. Von *S. H. Davy.*

(Aus den *Philosophical Transactions for* 1828, *Part I.*)

Als ich in den Jahren 1807 und 1808 entdeckte, dafs die Alkalien und Erden aus einem brennbaren Stoffe, verbunden mit Sauerstoff, bestehen, boten sich mir von selbst eine Menge Fragen in Bezug auf verschiedene Theile der Chemie dar. Für einige derselben waren unmittelbar Erfahrungen zur Hand; zur Beantwortung anderer war aber eine lange Reihe von Beobachtungen nothwendig, die nicht ohne Mühe angestellt werden konnten. Zur letzteren Classe gehören die Beziehungen auf geologische Erscheinungen, auf welche meine Entdeckung anwendbar ist.

Die Metalle der Alkalien, und die derjenigen Erden, welche ich zersetzt habe, sind im hohen Grade brennbar, und werden von der Luft und vom Wasser, selbst bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre, verändert; es war daher nicht möglich, sie auf der Oberfläche des Erdballes zu finden, aber wahrscheinlich, dafs sie in dem Inneren der Erde vorhanden sind. Nach dieser Hypothese würde es leicht seyn, die vulcanischen Feuer durch die Einwirkung des Wassers und der Luft auf die Metalle der Erden und Alkalien zu erklären: um nicht nur die Bildung der Laven, sondern auch die der Basalte und vieler anderer krystallisirter Gesteine, aus der langsamen Erkaltung der Producte des Verbrennens oder der Oxydation erwähnter Substanzen, abzuleiten.

Ich entwickelte diese Hypothese in einer Schrift vom Jahre 1808 über die Zerlegung der Erden. Seit 1812 war ich bemüht, die Vortheile derselben durch Untersuchung der vulcanischen Erscheinungen zu erweisen, welche sich sowohl in der älteren als neueren Zeit in verschiedenen Theilen Europas ergaben.

In dieser Mittheilung werde ich die Ehre haben, der königlichen Gesellschaft einige Resultate meiner Untersuchungen vorzulegen. Wenn sie auch die Aufgabe, die Ursachen der vulcanischen Feuer betreffend, nicht ganz auflösen, so hoffe ich doch, daſs sie einiges Licht über diesen Gegenstand verbreiten, und als die Grundlage künftiger Arbeiten über denselben Gegenstand dienen werden.

Der Vulcan, an welchem ich meine Beobachtungen anstellte, ist der Vesuv. Wahrscheinlich gibt es keinen anderen, der zu diesem Behufe eine so bewundernswürdig geeignete Lage hätte. Seine Nähe bei einer grossen Stadt, die Leichtigkeit, mit welcher er in jeder Jahreszeit erstiegen werden kann, und die Art seiner Thätigkeit, bieten für physikalische Untersuchungen ganz eigene Vortheile dar.

Im Frühlinge der Jahre 1814 und 1815 hatte ich mehrere Beobachtungen über den Vesuv gemacht, auf welche ich mich bei einer künftigen Gelegenheit in diesen Blättern beziehen werde; aber im December des Jahres 1819, und im Jänner und Februar des Jahres 1820 war es, wo der Vulcan die günstigsten Umstände für diese Untersuchungen darbot. Bei meiner Ankunft in Neapel am 4. December fand ich, daſs einige Tage vorher eine kleine Eruption Statt gefunden habe, und daſs ein Lavastrom mit groſser Lebendigkeit aus einer Öffnung im Berge, etwas unter dem Krater, hervorfloſs. Am 5ten bestieg ich den Berg, und untersuchte den Kra-

ter und den Lavastrom. Der Krater stieſs eine so reichliche Menge Rauch mit salzsauren und schwefelsauren Dämpfen aus, daſs es unmöglich war, sich ihm, auſser in der Richtung des Windes, zu nähern; auch warf er alle zwei bis drei Minuten einen Hagel glühender Steine aus. Die Lava floſs aus einer, etwa 100 Yards (Fuſs) unter demselben befindlichen Öffnung hervor; sie wurde augenscheinlich durch ausdehnsame Flüssigkeiten mit einem Geräusche herausgestoſsen, das dem von einer Dampfmaschine mit hohem Drucke hervorgebrachten ähnlich war. Sie ergoſs sich im vollkommen flüssigen Zustande, bildete einen Strom von 5 — 6 Fuſs Breite, und fiel sogleich wie ein Wasserfall in einen Schlund, der etwa 40 Fuſs tiefer lag; dann verschwand sie unter einer Art Brücke, von erkalteter Lava gebildet, um 60 — 70 Fuſs weiter unten wieder zu erscheinen. Da, wo sie aus dem Berge ausfloſs, war sie fast weiſsglühend, und bot einen Anblick dar, ähnlich dem, welcher sich erzeugt, wenn man eine hölzerne Stange in geschmolzenes Kupfer stöſst. Ihre Oberfläche erschien in heftiger Bewegung, groſse Blasen werfend, welche beim Zerplatzen einen weiſsen Rauch erzeugten. Die Lava bekam eine, selbst beim Sonnenscheine immer noch sichtbare rothe Farbe, da, wo sie unter der Brücke hervorfloſs. Die Kraft, mit welcher sie strömte, war so groſs, daſs die Stärke meines Führers, eines sehr kräftigen jungen Mannes, nicht hinreichte, eine lange eiserne Stange im Strome zu erhalten. Die ganze Strecke, welche sie durchlief, und wobei sie weiſse Rauchwolken ausstieſs, mochte etwa, zwei bis drei Unterbrechungen, wo sie unter einer erkalteten Oberfläche dahinfloſs, mit eingerechnet, $^3/_4$ einer Meile betragen. In dem Maſse, als sie erkaltete und fest wurde, rauchte sie weniger, aber selbst da, wo sie in ihrem Laufe von der

Schlackenmasse bedeckt wurde, war der Rauch noch sichtbar; er wurde immer sichtbarer, wenn man die Schlacken entfernte, oder wenn man die im Inneren glühende Lava aufdeckte. Da ich mich überzeugte, daſs es unmöglich sey, sich der Lava bis auf vier oder fünf Schritte zu nähern, und die unmittelbar aus den Öffnungen hervordringenden Dünste zu untersuchen, so begab ich mich des andern Tages wieder dahin, mit den Mitteln versehen, um eine groſse Anzahl Versuche über die Natur der Lava, und über die sie begleitenden elastischen Flüssigkeiten anzustellen. Ich fand die Öffnung fast in demselben Zustande, wie am vorigen Tage, aber die Lava verbreitete sich über eine gröſsere Fläche, und bildete in der Höhlung des Felsens, über welchen sie fiel, ein Bassin, aus welchem man sie viel leichter mit einem eisernen Löffel herausheben konnte, als aus dem Strome, und wo es viel leichter war, die Substanzen hinzustellen oder zurück zu ziehen, welche man der Wirkung der Lava auszusetzen beabsichtigte.

Einer der wichtigsten Puncte, die auszumitteln waren, war nämlich der: ob in dem Momente, in welchem die Lava aus dem Berge hervorflieſst, eine Entzündung vor sich gehe. Es fand in der That keine Erscheinung einer lebhafteren Entzündung Statt, wenn sie der Luft ausgesetzt war, auch glühte sie nicht mit mehr Intensität, wenn sie mittelst eines eisernen Löffels in die Luft gehoben wurde. Ich setzte indessen diesen Umstand ganz auſser Zweifel, indem ich ein wenig von der geschmolzenen Lava in eine gläserne Flasche füllte, welche mit einem eingeriebenen Stöpsel versehen war, und auf dem Boden Kieselsand enthielt. Ich verschloſs sie augenblicklich, und untersuchte die Luft bei meiner Rückkehr. Ich mischte eine Maſs derselben mit Salpetergas, und es ergab sich dieselbe Raumverminderung

wie bei einem Maſs gewöhnlicher Luft, welche ich auf dem Berge in einer anderen Flasche gesammelt hatte.

Ich warf auf die Oberfläche der Lava Salpeter, sowohl in Masse als in Pulver. Nachdem dieses Salz geschmolzen war, fand eine kleine Vermehrung in der Lebhaftigkeit des Glühens der Lava Statt, die aber viel zu schwach war, als daſs man sie hätte vergleichen können mit dem einer *reinen* brennbaren Substanz von etwas bedeutender Quantität. Als ich diesen Versuch mit einer in dem Löffel befindlichen Portion Lava machte, schien es mir, daſs das Freiwerden der Wärme zum Theil eine Folge der Peroxydation des Protoxydes des Eisens, und der Verbindung des Alkalis des Salpeters mit der erdigen Basis der Lava war; denn dort, wo der Salpeter schmolz, war die olivengrüne Farbe in die braune verwandelt.

Die Wahrheit dieser Behauptung wurde noch durch den Umstand bestätiget, daſs Chlorkali, auf die Lava geworfen, den Grad ihres Glühens nicht so sehr vermehrte als Salpeter. Wenn ein hölzernes Stäbchen in Lava getaucht wurde, so daſs etwas kohlige Masse auf der Oberfläche derselben blieb, so verursachte darauf geworfener Salpeter oder Chlorkali ein Glühen von groſser Heftigkeit. Etwas geschmolzene Lava wurde ins Wasser geworfen, und eine gläserne, mit Wasser gefüllte Flasche über dasselbe gehalten, um das frei werdende Gas aufzufangen; ich erhielt nur eine sehr geringe Menge, und als ich es bei meiner Rückkehr analysirte, überzeugte ich mich, daſs es gewöhnliche Luft sey, etwas weniger rein als die beim Kochen des Wassers frei werdende. Ein Kupferdraht von $^1/_{20}$ Z., und ein Silberdraht von $^1/_{30}$ Z. im Durchmesser, die nahe bei dem Ursprunge in dieselbe eingetaucht wurden, waren augenblicklich geschmolzen. Ein Eisenstab von $^1/_3$ Z., und

ein Eisendraht gegen $^1/_{30}$ Z. wurden fünf Minuten in den Lavastrom gehalten, aber nicht geschmolzen. Sie verbreiteten keinen Geruch vom geschwefelten Wasserstoffgas, wenn sie mit Salzsäure behandelt wurden. Eine Pfanne von Weifsblech, mit kaltem Wasser gefüllt, wurde in den Rauch gehalten, welcher mit so grofser Heftigkeit aus der Öffnung hervordrang, aus welcher die Lava ausflofs. Augenblicklich wurde an demselben eine Flüssigkeit verdichtet, die einen sauren und zusammenziehenden Geschmack hatte. Sie fällte zwar nicht den salzsauren Baryt, desto häufiger schlug sie aber salpetersaures Silber nieder, und machte das dreifach blausaure Kali hellblau. Wenn dieselbe Pfanne in den weissen Rauch ober der Lava gehalten wurde, in der Gegend, wo sie unter die Brücke trat, wurde keine Flüssigkeit an derselben niedergeschlagen, sondern sie wurde mit einem weifsen Pulver überzogen, welches den Geschmack und die chemischen Eigenschaften des Kochsalzes hatte, und wie es sich ergab, diese Substanz absolut rein war. Eine Wasserflasche mit einem langen engen Halse, ungefähr $^3/_4$ einer Pinte haltend, wurde gerade in der Öffnung ausgeleert, wo die, die Lava drückenden Dünste herausdrangen, und der Hals unmittelbar darnach geschlossen. Bei meiner Rückkehr untersuchte ich diese Luft, und fand, dafs sie von einer Kalilösung nicht absorbirt wurde, es war daher keine bemerkbare Menge Kohlensäure in derselben enthalten, und sie bestand aus 9 Theilen Sauerstoff und 91 Theilen Stickstoff. Der Dampf aus der Öffnung verbreitete nicht den geringsten Geruch von schwefliger Säure, noch war der Dunst von Salzsäure so stark, dafs er lästig gewesen wäre. Aber in der letzten Viertelstunde, in welcher ich mit diesen Versuchen beschäftiget war, drehte sich der Wind, und blies den aus dem Krater aufstei-

genden Rauch nach dem Orte, an welchem ich mich befand. Das in dem Rauche enthaltene schwefligsaure Gas reizte die Respirations-Organe im hohen Grade, und ich litt dadurch, daſs ich ihm ausgesetzt war, so viel, daſs ich mich genöthiget sah, herabzusteigen. Die Wirkung desselben war nicht vorübergehend, denn es folgte ihr eine heftige catarrhalische Affection, die mich durch einen Monat hinderte, den Berg zu besteigen.

Am 6. Jänner besuchte ich den Vesuv wieder. Ich fand das Aussehen der Lava bedeutend verändert. Die Öffnung, aus welcher sie am 5. December ausfloſs, war verstopft, und der Strom floſs nun ruhig und ohne Geräusch aus einer Spalte in der erkalteten Lava, die ungefähr 300 Fuſs tiefer lag. Die Hitze war augenscheinlich weniger intensiv. Ich wiederholte die Versuche mit dem Salpeter mit demselben Erfolge. Ich setzte reines Silber und Platin der geschmolzenen Lava aus, und ihre Farbe änderte sich nicht im mindesten. Ich sammelte die Sublimate von verschiedenen Orten über der erkalteten Lava. Die Felsen nahe bei der alten Öffnung waren ganz bedeckt mit weiſsen, gelben und röthlichten salzigen Substanzen. Ich fand in einer Höhlung einen groſsen Salzkrystall von schwacher Purpurfarbe, und überzeugte mich, daſs er aus Kochsalz mit einer geringen Menge Kobalt bestand. Die anderen Sublimate bestanden gröſstentheils aus Kochsalz, viel Eisenchlorid, und einiger schwefelsaurer Soda. Nach der Wirkung des salzsauren Platins zu schlieſsen, war eine geringe Menge schwefel- oder salzsaures Kali in demselben enthalten. Durch eine Auflösung von Ammoniak entdeckte ich auch eine geringe Quantität Kupferoxyd.

Während der Monate Jänner und Februar besuchte ich oft den Gipfel des Vesuvs. Ich werde nicht von jeder einzelnen Ersteigung sprechen, sondern nur jene

erwähnen, bei welchen sich mir neue Beobachtungen darboten. Am 26. Jänner war die Lava in einer Spalte nahe an dem Orte, wo sie vom Berge ausfloſs, fast weiſsglühend. Ich warf durch die Spalte eine groſse Menge Salpeter auf dieselbe, in Gegenwart Sr. H. des reg. Prinzen von Dännemark, welchen zu begleiten ich bei diesem Ausfluge die Ehre hatte, und meines Freundes des Hrn. v. *Monticelli*. Das Erglühen wurde nicht mehr verstärkt, als da der Versuch mit Lava gemacht wurde, welche der freien Luft ausgesetzt war. Das Aussehen der Sublimate war nun bedeutend verändert: die nahe an der Öffnung befindlichen waren durch die Kupfersalze grün und blau gefärbt, enthielten aber immer noch eine groſse Menge salzsaures Eisen. Ich habe erwähnt, daſs am 8ten das Sublimat der Lava reines Sodium-Chlorid war; in dem Sublimate vom 6. Jänner fand ich sowohl schwefelsaure Soda als Anzeigen von schwefelsaurem Kali. In den Sublimaten, welche ich am 26sten sammelte, war die schwefelsaure Soda in viel gröſserer Menge enthalten, und es war auch viel mehr Kalisalz darin. Vom 5. December bis zum 20. Februar floſs die Lava in gröſserer oder geringerer Menge, so daſs Nachts stets ein Strom von feuriger Materie, mehr oder weniger von erkalteter Lava unterbrochen, zu sehen war. Sie änderte ihre Richtung nach den sich darbietenden Hindernissen, jedoch erstreckte sie sich nie, dem Scheine nach zu urtheilen, über eine Meile vom Ursprunge. Während der ganzen Dauer dieser Zeit waren die Krater, denn es gab ihrer zwei, in Thätigkeit. Der groſse Krater warf eine Menge glühender Asche und Steine bis auf eine scheinbare Höhe von 200—300 Fuſs aus, und aus dem kleinen Krater, welcher zur Rechten des groſsen von der Seite Neapels lag, stieg Wasserdampf mit grosser Heftigkeit hervor. Wann ich mich immer dem Kra-

ter nähern konnte, fand ich ihn mit einer Kruste von Salzen überzogen. Bei einem Ausfluge zum Rande des kleinen Kraters am 6. Jänner, gingen wir durch eine lockere Salzmasse, welche gröſstentheils aus Kochsalz, gefärbt mit salzsaurem Eisen, bestand, in welche der Fuſs bis zu einer gewissen Tiefe einsank. Es war leicht, selbst bei einer groſsen Distanz zu bemerken, wie sich der Dampf aus dem einen der Krater herausdrängte, während die erdige Masse aus dem anderen hervorgeschleudert wurde. Der Wasserdampf erschien bei Tage weiſs, und bildete vollkommen weiſse Wolken; des Morgens und Abends aber reflectirte er das reinste rothe und orange Licht. Die erdigen Massen erschienen immer wie ein schwarzer Rauch, schwarze Wolken bildend, und in der Nacht waren sie im Augenblicke der Explosion sehr erleuchtet.

Am 20. Februar fing der kleine Krater, aus welchem sich Wasserdampf und ausdehnsame Stoffe gedrängt hatten, an, einen Steinregen auszuwerfen. Vom 20sten bis zum 23sten waren beide Krater in mehr als gewöhnlicher Thätigkeit. In der Nacht auf den 23sten um 11 $^1/_2$ Uhr, als ich in meinem Zimmer in Chiatimone in Neapel war, hörte ich die Fenster klirren, und als ich mich denselben näherte, sah ich aus dem Vesuv eine Säule von glühender Masse bis zu einer Höhe aufsteigen, welche zum wenigsten der des Berges, von seiner Basis an gerechnet, gleich war. Der ganze Horizont war, ungeachtet der Helle des Mondes, durch das direct von dem Vulcane ausgehende, und dann von den Wolken, welche sich über der glühenden Säule befanden, reflectirte Licht erleuchtet. Mehrere Explosionen von derselben Art, aber in einem schwächeren Grade, folgten in den Intervallen von 1 $^1/_2$ und 2 Minuten, aber sie waren nicht von Erderschütterungen begleitet, auch hörte ich kein

Geräusch mehr. Als ich die Lava beobachtete, bemerkte ich, daſs sie bei ihrem Ursprunge viel breiter und lebendiger war; es war klar, daſs sich ein neuer Lavastrom rechts neben dem alten einen Weg gebahnt hatte. Am Morgen des 24sten besuchte ich den Berg; es war weder möglich, den Gipfel, der mit Wolken eingehüllt war, zu ersteigen, noch die Öffnung zu untersuchen, aus der die Lava floſs. Der Lavastrom war nahe an dem Orte seiner Begrenzung 50—100 Fuſs breit: er hatte genau das Ansehen eines schon vor längerer Zeit geflossenen Stromes. Ich sammelte die salzigen Substanzen, die sich an mehreren Schlackenmassen verdichtet hatten, welche den Strom entlang getragen, und dann an dem Rande desselben abgesetzt wurden. Es ergab sich, daſs sie von derselben Natur waren, wie die der Lava vom 26. Jänner, nur mit einem gröſseren Verhältnisse von schwefelsaurer Soda, und einem geringeren von salzsaurem Eisen. Ich zweifle nicht, daſs der dichte weiſse Rauch, welchen die Lava in ungeheuren Säulen während ihres ganzen Laufes ausstieſs, von denselben Substanzen hervorgebracht wurde.

Ich werde nun den Zustand des Vulcans in einigen anderen Perioden erwähnen.

Als ich 1814 im Mai in Neapel war, hatte der Krater das Aussehen einer ungeheuren am Boden geschlossenen Pfanne mit vielen Öffnungen, aus denen Wasserdämpfe hervordrangen. Von der Seite gegen Torre del Greco befand sich eine groſse Öffnung, aus welcher sich eine bis zu einer Höhe von wenigstens 60 Fuſs erhob, welche ein äuſserst heftig zischendes Geräusch hervorbrachte. Dieses Phänomen dauerte durch die drei Wochen, welche ich in Neapel zubrachte, beständig fort. Es war unmöglich, sich der Flamme hinreichend zu nähern, um die Producte der Verbrennung mit Gewiſsheit

bestimmen zu können: doch eine groſse Menge Wasserdampf stieg aus derselben empor. Wenn uns der Wind die Dünste zublies, spürten wir deutlich einen Geruch von schweſligsaurem und salzsaurem Gas. Die Farbe des Rauches zeigte das Daseyn verkohlter Stoffe nicht an. Auch war nichts davon in den gelben und weiſsen salzigen Massen enthalten, welche den Krater einfaſsten, und welche ich hauptsächlich aus schwefelsaurer und salzsaurer Soda und salzsaurem Eisen bestehend ſand. In einigen Orten war eine bedeutende Menge salzsaurer Ammoniak enthalten.

Im März des Jahres 1815 zeigte der Krater ein gänzlich verschiedenes Ansehen. Es war keine Öffnung in demselben, er war oft mehrere Minuten lang ruhig, dann ſand eine äuſserst heſtige Explosion Statt, und es wurden flüssige Lava, glühende Steine und Asche bis zu der bedeutenden Höhe von mehreren hundert Fuſs in die Luft gesendet.

Dieser Eruption ging ein unterirdischer Donner voran, welcher aus einer groſsen Entfernung zu kommen schien, und oft eine Minute lang dauerte. In den vier Reisen, welche ich im Monate März zu dem Krater machte, lernte ich wenigstens die Stärke der Eruption nach der Natur des Schalles schätzen. Ein lauter und lange anhaltender Donner zeigt eine heftige Eruption an. Vor der Eruption erschien der Krater vollkommen ruhig, und der Grund desselben, scheinbar ohne Öffnung, war mit Asche bedeckt. Bald wurden verworren rollende Laute als aus einer groſsen Entfernung hörbar, nach und nach näherte sich der Schall, und glich dem Donner des Geschützes unter unseren Füſsen. Die Asche begann sich von dem Boden des Kraters zu erheben, und wurde, mit Rauch begleitet, ausgeworfen. Endlich wurde die Lava und andere glühende Massen unter ei-

ner sehr heftigen Explosion herausgeschleudert. Ich habe nicht nöthig zu sagen, dafs, wenn ich an dem Rande des Kraters stand, um dieses Phänomen zu beobachten, der Wind stark von meiner Seite blies. Ohne diesen Umstand würde es sehr gefährlich seyn, an dem Rande des Kraters zu stehen; dessen ungeachtet lief ich immer, wenn der Laut des Donners eine heftige Eruption versprach, so schnell es mir möglich war von dem Orte der Gefahr.

Sobald als die Eruption Statt hatte, schienen die wieder in den Krater zurückfallende Asche und Steine die Öffnung desselben ganz zu überfüllen, so dafs es war, als würden die glühenden und ausdehnsamen Substanzen seitwärts ausgeworfen. Bald nahm das Innere des Kraters wieder ganz das vorige Aussehen an.

Ich will nun einige Bemerkungen über die Theorie dieser Erscheinungen vortragen. Es scheint nach dem Vorherigen erweisbar, dafs keine von den chemischen Ursachen wahr sey, von welchen man früher die vulcanischen Feuer ableitete. Eine dieser am allgemeinsten angenommenen Ursachen ist die Verbrennung der mineralischen Kohle; aber sie scheint zur Erklärung dieser Phänomene ganz unangemessen. Wie mächtig auch das Steinkohlenlager seyn mag, so kann doch dessen Verbrennung unter der Oberfläche der Erde niemals eine heftige und sich weit verbreitende Erhitzung hervorbringen; denn die Bildung des kohlensauren Gases mufs, da keine freie Circulation der Luft Statt findet, den Verbrennungs-Prozefs beständig verhindern. Aber es ist kaum möglich, dafs Kohlenstoff, wenn ja eine solche Ursache vorhanden ist, nicht in der Lava gefunden, und mit den salzigen und wässerigen Producten aus dem Krater oder Schlunde hervorgeschleudert werden würde. Es hat sich in England öfter zugetragen, dafs Lager von

Steinkohlen längere Zeit gebrannt hatten, aber die Resultate waren meistentheils gebrannter Thon und Schiefer, aber nie etwas Lavaähnliches.

Wenn *Lemery's* Meinung, daſs die Einwirkung des Schwefels auf Eisen die Ursache des vulcanischen Feuers sey, richtig wäre, so müſste Schwefeleisen das hauptsächlichste Product des Vulcanes seyn, was bekanntlich nicht der Fall ist. Auch ist die Hitze, welche durch Einwirkung auf die unedlen Metalle hervorgebracht wird, nicht hinreichend, um diesen Erfolg zu erklären. Wenn man bedenkt, daſs die vulcanischen Feuer beginnen und aussetzen mit allen den Phänomenen, welche eine anhaltende chemische Action anzeigen, so scheint es nicht unpassend, sie auf chemische Ursachen zu beziehen. Aber Phänomene von solchem Umfange erfordern eine ungeheure Menge in Thätigkeit begriffener Materie, und die Producte der Vulcane müssen eine Idee geben von der Natur der ursprünglich thätigen Substanzen. Was sind nun diese Producte? Verbindungen von Erden in einem oxydirten, heftig glühenden und geschmolzenen Zustande; Wasser und salzige Substanzen, wie sie durch die Luft und das Meer herbeigeführt werden konnten, aber so verändert, wie dieſs aus der Bildung einer ſixen oxydirten Substanz zu erwarten war. Aber, wird man vielleicht sagen, wenn die Oxydation der Metalle der Erden die Ursache der Phänomene ist, so müſsten einige dieser Substanzen manchmal in der Lava gefunden werden, und das Verbrennen müſste in dem Augenblicke anwachsen, als diese Substanzen in die Atmosphäre kommen. Aber die Antwort auf diese Einwendung ist, daſs die Verwandlung, durch welche das vulcanische Feuer bewirkt wird, in ungeheuer tieſen, unterirdischen Höhlen vor sich geht, und daſs der

Zutritt der Luſt zu den thätigen Substanzen lange Statt ſindet, ehe diese die äuſsere Oberfläche erreichen.

Es ist kein Zweifel, daſs der Boden unter der Solfatara hohl sey, und es ist kaum ein Grund zu zweifeln, daſs zwischen diesen Kratern und denen des Vesuvs eine unterirdische Verbindung Statt ſinde. Jedes Mal, wenn der Vesuv in Thätigkeit ist, ist die Solſatara verhältniſsmäſsig ruhig. Ich untersuchte den Schlund der Solfatara am 21. Februar 1820, zwei Tage bevor die Thätigkeit des Vesuvs ihre gröſste Höhe erreichte. Die Dampfsäulen, welche gewöhnlich in groſser Menge aufsteigen, wenn der Vesuv ruhig ist, waren jetzt kaum sichtbar, und ein Stückchen Papier in die Öffnung geworfen, wurde nicht zurückgeschleudert; so daſs man allen Grund hat, das Daseyn einer nach abwärts gerichteten Luftströmung zu vermuthen *). Der unterirdische Donner, welchen man in so groſser Entfernung vom Vesuv wahrnimmt, ist ebenfalls ein Beweis von dem Daseyn groſser unterirdischer, mit luftförmigen Substanzen angefüllter Höhlen. Dieselben Höhlen, welche beim thätigen Zustande des Vulcans durch eine so lange Zeit eine so ungeheure Menge Wasserdampf aussenden, müssen, wie man genug Grund hat zu glauben, beim ruhigen Zustande desselben mit atmosphärischer Luft gefüllt seyn **). Von welcher Ausdehnung unterirdische Höh-

*) In den Jahren 1814 und 1815, und im Jänner 1819 bemerkte ich, wenn der Vesuv verhältniſsmäſsig ruhig war, die Solfatara in einem sehr thätigen Zustande; es wurden groſse Mengen Wasserdampf und viel geschwefeltes Wasserstoffgas ausgesendet.

**) Der Vesuv ist ein durch seine Form und Lage für die Versuche über die Wirkung seiner Anziehung auf ein Pendel merkwürdig gelegener Berg; es wäre auf diesem Wege leicht, die Aufgabe wegen seiner Höhlen zu lö-

len, selbst bei gewöhnlichen Felsen, seyn können, zeigen die Kalksteinhöhlen von Krain, von denen einige mehrere 100000 Kubik-Fuſs Luft enthalten; und in demselben Verhältnisse, in welchem die Tiefe der Höhle gröſser ist, ist auch die Luft zum Verbrennen mehr geeignet.

Derselbe Umstand, welcher den Verbindungen der Metalle der Erden die Kraft gibt, so mächtige Erscheinungen hervorzubringen, nämlich die auſserordentliche Leichtigkeit, mit welcher sie sich oxydiren, muſs ebenfalls verhindern, daſs sie je in reinem brennbaren Zustande unter den Producten vulcanischer Eruptionen gefunden werden; denn ehe sie die äuſsere Oberfläche der Erde erreichen, müssen sie nicht nur der in den unterirdischen Höhlen befindlichen Luft ausgesetzt seyn, sondern sie müssen auch durch Wasserdämpfe herausgetrieben werden, welche unter diesen Umständen wenigstens eben so leicht oxydirend wirken als die Luft. Wenn man die Hypothese von dem Daseyn solcher Legirungen der Metalle der Erden, die sich im Inneren zu Lava verbrennen, annimmt, so können alle anderen Phänomene durch die Wirkung des Meerwassers und der Luft auf diese Metalle leicht erklärt werden. Es ist auch nicht *ein* Umstand oder *eine* Thatsache unter denen, welche ich in dem vorhergehenden Theile dieser Abhandlung erwähnte, welcher nicht leicht in Übereinstimmung mit dieser Hypothese gebracht werden könnte. Denn fast alle bedeutenden Vulcane liegen nahe, oder wenigstens in nicht sehr bedeutender Entfernung vom Meere, und wenn man annimmt, daſs die ersten Eruptionen durch die Wirkung des Meerwassers auf die Metalle der Erden

---

sen. Am Aetna könnte man dieses Problem in noch gröſserem Maſsstabe auflösen.

hervorgebracht wurden, und dafs bedeutende Höhlen durch die als Lava herausgeworfenen Metalle zurückgeblieben sind, so sind die Resultate ihrer Wirkung von der Art, dafs man sie voraussagen kann. Denn nach der ersten Eruption finden die Oxydationen, welche die folgenden bewirken sollen, in den Höhlen unter der Oberfläche Statt. Wenn das Meer entfernt ist, wie bei den Vulcanen in Südamerika, so werden sie durch grofse unterirdische Seen mit Wasser versehen, wobei *Humbold* anführt, dafs aus einigen derselben eine Menge Fische ausgeworfen wurden.

Wenn man die Hypothese einer chemischen Ursache der vulcanischen Feuer annimmt, und aus den bekannten Thatsachen Schlüsse zieht, so scheint es mir, dafs man keine passendere Quelle, als die Oxydation der Metalle, welche die Basen der Erden und Alkalien bilden, finden werde. Man kann nicht läugnen, dafs Bemerkungen, abgeleitet aus den thermometrischen Beobachtungen über die Temperatur der Schachten und an den Quellen von heifsem Wasser, es wahrscheinlich machen, dafs das Innere des Erdballes eine sehr hohe Temperatur besitze. Die Hypothese, dafs der Kern der Erde aus einer flüssigen Masse bestehe, bietet eine noch einfachere Erklärung der Phänomene der vulcanischen Feuer dar, als die ist, welche wir so eben entwickelt haben.

Was man immer für eine Meinung über diesen Gegenstand annehmen mag, so hoffe ich doch, dafs die Untersuchungen, welche ich über die wirklichen Producte eines thätigen Vulcanes angestellt habe, für die königl. Akademie nicht ohne Interesse seyn werden.

2. Beobachtungen über die Farbe des Wassers. Von Ebendemselben.

(*Edinb. journ. of science. N.* 18, *p.* 324.)

Brewster liefert in dem von ihm herausgegebenen Journale einen Auszug aus einem Theile eines Werkes des berühmten Gelehrten *H. Davy*, welches den Titel führt: *Salmonia or Days of Fly-fishing. London* 1828, worin von der Farbe des reinen Wassers und von der des Meerwassers die Rede ist. Dieser Auszug ist folgenden Inhaltes:

Das reinste Wasser, das wir uns verschaffen können, ist offenbar dasjenige, welches aus der Atmosphäre herabfällt. Da es bloſs mit der Luft in Berührung war, so kann es nur jene Beimischungen enthalten, die es von der Atmosphäre aufnahm; es ist destillirt worden, ohne von jenen Unreinigkeiten zu leiden, die ihm von den Gefäſsen mitgetheilt werden, so oft wir es einer künstlichen Destillation unterwerfen.

Regenwasser kann man nicht wohl auffangen, ohne es in Gefäſse zu sammeln, aber jede künstliche Berührung verunreiniget es einiger Maſsen; aber das Wasser, welches durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf Gletschern aus Schnee entstanden ist, muſs als vollkommen rein angesehen werden. Durch das Gefrieren werden Luft und Salze vom Wasser vertrieben, und in den hohen und unbewohnten Regionen der Eisberge gibt es wohl kaum eine Substanz, die es verunreinigen könnte, da es von lebenden Geschöpfen jeder Art, selbst von den Producten des Mineralreiches weit entfernt ist, und nur selten jene niedrigen Organismen daselbst auf dem Schnee gefunden werden, die ihn roth färben.

Da ich das vom geschmolzenen Schnee oder Eis entstandene Wasser in verschiedenen Gegenden der Al-

pen untersucht, und von ganz gleicher Beschaffenheit gefunden habe, so betrachte ich es als *reines Wasser*. Dieses zeigt, wenn man durch eine ziemlich dicke Schichte desselben sieht, eine hellblaue Farbe von mehr oder weniger Sättigung, je nachdem die Dicke der Schichte gröſser oder kleiner ist. Seine Geschmacklosigkeit und seine anderen physischen Eigenschaften sind hier nicht ein Gegenstand der Untersuchung, und darum halte ich mich nicht bei ihnen auf.

Im Allgemeinen fand ich bei der Untersuchung des Wassers auf hohen Bergen dasselbe von gleich azurblauer Farbe. Cap. *Parry* behauptet, das Wasser vom Polaris sey eben so gefärbt. In den Seen, worin Vegetabilien wachsen, nimmt das Wasser eine meergrüne Farbe an, und ist nach Verhältniſs der verunreinigenden Stoffe stärker grün, gelblich grün, oder wenn von den Vegetabilien viel extrahirt wird, oder auf torfigem Grunde gar gelb und sogar braun.

Das Wasser des Genfersees, der durch Quellen, die vom geschmolzenen Schnee herrühren, genährt wird, ist blau; die Rhone hat beim Ausflusse aus demselben eine azurblaue Farbe, und behält sie, bis sie sich mit der Saone vereiniget, worauf sie grünlich blau ist. Der Meratsee hingegen, der von weniger reinen Quellen sein Wasser bezieht, ist grasgrün, und dieselbe Farbe haben die kleinen Seen zwischen Innsbruck und Stuttgart, welche ich im Jahre 1815 beobachtete. Der am höchsten gelegene See, welcher von dem im März geschmolzenen Schnee genährt wurde, erschien lichtblau. Dieser ergoſs sein Wasser in einem kleinen Strome in einen anderen See, in welchen durch Stürme oder andere Ursachen viele Holznadeln hineingetrieben wurden, und da erschien es bläulichgrün. In einem dritten See, worin sich nicht bloſs Nadeln sammt ihren Ästen, sondern auch

andere Abfälle vegetabilischer Stoffe befanden, war das Wasser grün, wie welkes Gras. Diese Mannigfaltigkeit der Farbe zeigte sich innerhalb einer Meile Weges. Als ich zwölf Jahre später im August und September wieder denselben Weg nahm, fand ich den Charakter der Seen ganz verändert. Die Nadeln waren verschwunden, und an ihre Stelle eine große Menge Steine und grober Sand getreten; es war in der Farbe der zwei am höchsten gelegenen Seen kein Unterschied bemerklich, aber einer der tiefer gelegenen, der stets mehr Pflanzenmaterie enthielt, schien mehr grün zu seyn.

Dieselben Grundsätze lassen sich auf die Gewässer in Irland und Schottland anwenden, die stets blau oder bläulich grün sind, wenn sie ihre Quellen in felsigem Boden haben, hingegen gelb oder gar braun, wenn sie von Sümpfen oder angeschwemmtem Lande ihre Nahrung erhalten. Manchmal, aber selten wird das Wasser auch durch mineralische Verunreinigungen gefärbt: kleine Bäche sind oft gelb oder grün von einem eisenhältigen Bodensatze. Kalkige Stoffe färben es selten, ändern aber leicht seine Durchsichtigkeit, wenn sie sich absetzen, wie dieses im Velino zu Terni, und dem Anio zu Tivoli der Fall ist; ich zweifle aber, ob rein salinische Stoffe, die stets weiſs erscheinen, die Farbe des Wassers ändern.

Die Farbe des Oceans hängt wahrscheinlich von vegetabilischen Stoffen, und vielleicht zum Theil von den zwei Grundstoffen, dem Jod und Brom, ab; es ist aber auch möglich, daſs Seegewächse darauf Einfluſs nehmen. Diese ertheilen dem Wasser, wenn sie in einer kleinen Portion desselben aufgelöset sind, eine gelbe Farbe, und diese erzeugt mit dem Blau des reinen Wassers das Meergrün.

Ich habe über diesen Gegenstand schon vor vielen

Jahren, als ich im Eismeere war, einen Versuch angestellt. Ich gab eine kleine Portion von dem damals neu entdeckten Jod in ein tiefes Bassin mit blaulichtem Wasser, wie man sie so häufig antrifft, und rührte es, als es sich aufgelöst hatte, mit einem Stock durch einander. Das Wasser erschien zuerst meergrün, dann grasgrün, endlich gelblichgrün. Ich gebe dieses aber nicht als Beweis, sondern als ein meiner Vermuthung günstiges Factum an. Es scheint demnach die Meinung Grund zu haben, daſs Schnee und Eis, die reines krystallisirtes Wasser sind, im durchgelassenen Lichte stets blau erscheinen. Ich habe oft das tiefe Azurblau der Schneemassen in strengen Wintern, und dieselbe Farbe an den Schweizer-Gletschern, besonders an dem Bogen, wo der Arve ins Chamunythal eintritt, bewundert.

3. Witterungsanzeigen von *H. Davy.*
(Edinb. phil. journ. N. 10, p. 387.)

Rothe Wolken am westlichen Himmel bei Sonnenuntergang verkünden schönes Wetter, besonders, wenn die Röthe einen Stich in Purpur hat. Der Grund davon ist, daſs die Luft, wenn sie trocken ist, vorzüglich die rothen oder erwärmenden Strahlen durchläſst, und weil sie nicht vollkommen durchsichtig ist, dieselben auch am Horizont reflectirt. Ein kupferrother oder gelber Himmel bei Sonnenuntergang verkündet im Allgemeinen Regenwetter; aber nichts zeigt sicherer bevorstehende nasse Witterung an, als ein Hof um den Mond, weil dieser nur durch schon ausgeschiedenes Wasser erzeugt wird. Je gröſser dieser Hof ist, desto näher sind die Wolken, und desto mehr Regen ist zu befürchten. Das alte Sprichwort bestätiget sich oft: Am Morgen warnt der Regenbogen den Hirten, am Abend erfreut er ihn. Ein Regenbogen kann nur entstehen, wenn Wolken,

welche Regentropfen enthalten, oder sie gerade ausschütten, der Sonne gegenüber stehen, er befindet sich daher Morgens an der Abendseite, Abends an der Morgenseite; und da in unserem Clima schwere Regen meistens von Westwinden herbeigeführt werden, so zeigt ein Regenbogen am westlichen Himmel an, daſs das schlechte Wetter schon im Anzuge sey, während ein Regenbogen am östlichen Himmel verkündet, daſs die Regenwolken sich von uns entfernen. Wenn die Schwalben hoch fliegen, so steht schönes Wetter zu erwarten, oder es hält an; fliegen sie aber niedrig und völlig am Boden, so ist Regen nahe. Dieses erklärt sich auf folgende Weise: Die Schwalben verfolgen die Fliegen und Mücken, Thierchen, welche warme Luftschichten lieben; warme Luft ist aber leichter und zugleich feuchter als kalte. Liegen daher die warmen Schichten unserer Luft hoch, so erleiden sie durch Vermischung mit kalter Luft eine geringere Änderung ihres Feuchtigkeitszustandes, als wenn sie sich nahe an der Oberfläche befinden, daher im letzteren Falle leicht ein Wasserniederschlag Statt findet. Wenn sich die Seemöven am Lande sammeln, so steht stürmisches und regnerisches Wetter bevor. Man könnte den Grund davon darin suchen, daſs diese Thiere im Vorgefühl eines dem Ocean sich nahenden Luftstromes sich auf das Land zurückziehen, um sich gegen den Sturm zu schützen. Dieses ist aber nicht der Fall. Der Sturm ist ihr Element; der kleine Sturmvogel ergötzt sich im heftigsten Sturme, weil er von kleinen Seeinsecten lebt, die er im Wellenschaum am leichtesten findet; darum schwebt er auch über den äuſsersten Theilen der Wogen. Demnach hat das Wandern der Möven und anderer Seevögel gegen das Land den Grund, daſs sie dort sicher Futter finden. Man kann auch bemerken, daſs sie zu solcher Zeit gie-

rig nach Würmern und Larven haschen, die von den Wellen ans Land getrieben werden, weil die Fische, welche sie bei ruhigem Wetter an der Oberfläche des Wassers antreffen, zur Zeit des Sturmes tiefer untertauchen. Mehrere Zugvögel verlassen immer ihren gewöhnlichen Platz, wenn ein Regen bevorsteht. Der Geyer folgt aus demselben Grunde den Heerden, und es ist nicht zu zweifeln, daſs die Augurien der Alten gröſstentheils auf der Beobachtung des Instinctes der Thiere beruht haben. Viele abergläubische Meinungen des gemeinen Mannes beruhen auf demselben Grunde. Für den, welcher Fische angeln will, ist es im Frühlinge stets ein Zeichen von übler Vorbedeutung, *eine* Älster zu sehen, aber *zwei* betrachtet er stets als ein gutes Omen. Die Ursache liegt darin, daſs bei kaltem und stürmischem Wetter immer nur eine Älster das Nest verläſst, um Futter zu suchen, die andere aber auf den Eyern oder auf den Jungen sitzen bleibt. Beide verlassen das Nest nur, wenn es warm und gelinde, und daher das Wetter dem Fischfange günstig ist.

4. Über den Einfluſs des Windes auf den Barometerstand. Von *Bouvard.*

(Edinb. journ. of Scien. N. 17, p. 77.)

Es ist bekannt, daſs der Wind einen groſsen Einfluſs auf die Höhe der Quecksilbersäule im Barometer ausübt. Südwinde bringen sie zum Sinken, die von der Nordseite kommenden hingegen zum Steigen. Dieses Factum ist durch eilfjährige Beobachtungen am Pariser Observatorium bestätiget *). Folgende Tafel enthält die

*) Diese Resultate erlangt man leicht, wenn man nur kurze Zeit hindurch an demselben Orte ein Barometer beobachtet. Aber *Burkhardt* hat zuerst für Paris die Gröſse dieses Einflusses des Windes näher zu bestimmen gesucht. *Ramond* folgte ihm in der Untersuchung dessel-

mittlere Barometerhöhe auf die Temperatur 0° C. reducirt für 9 U. v. M., für Mittag und 3 U. n. M. Die Richtung des Windes wurde entweder aus dem Laufe der Wolken, oder aus der Richtung der Windfahne am Observatorium entnommen.

Winde.	Zahl der Beobachtungen.	9 U. v. M.
		Mill.
Süd	657	752.687
S. West	688	753.654
West	887	756.092
N. West	363	750.120
Nord	528	760.143
N. Ost	390	759.890
Ost	302	757.960
S. Ost	203	754.358
Mittelwerth . . .	4018	756.738

Winde.	Zahl der Beobachtungen.	Mittag.
		Mill.
Süd	682	752.976
S. West	727	752.382
West	853	756.081
N. West	335	758.670
Nord	483	759.761
N. Ost	378	759.891
Ost	324	757.045
S. Ost	331	754.599
Mittelwerth . . .	4013	756.426

ben Gegenstandes. Die Resultate beider stimmen mit dem von *Bouvard* gefundenen nur in so weit überein, als sie die allgemeine Einwirkung des Windes auf den Barometerstand betreffen, in Rücksicht der numerischen Werthe weichen sie von einander nicht unbedeutend ab. *v. Buch* hat für Ofen, Berlin und Middelburgh dasselbe geleistet, was die ersteren zwei Gelehrten blofs auf Paris beschränkten. (Vergleiche *Gilbert's* Annalen, B. 67. S. 437.)

B.

Winde.	Zahl der Beobachtungen.	3 U. n. M.
		Mill.
Süd	690	752.615
S. West	710	752.650
West	866	755.678
N. West	358	757.439
Nord	459	759.368
N. Ost	374	759.232
Ost	332	756.717
S. Ost	224	753.949
Mittelwerth	4007	755.957

Aus diesen Resultaten ergibt sich, dafs die mittlere Höhe des Barometers während eines Südwindes am geringsten ist, und zunimmt, wenn der Wind durch die Westseite von Süd nach Nord übergeht, wo sie ihr Maximum erreicht. Geht er aber von Nord durch Ost nach Süd, so nimmt die Barometerhöhe wieder stufenweise ab. Auch ist es klar, dafs die tägliche Periode nicht durch die bei Südwinden angestellten Beobachtungen unkenntlich gemacht wird. Sie ist am gröfsten bei Nordwest- und Ostwinden, und das Mittel daraus ist nahe dem gleich, welches von den eilfjährigen Beobachtungen (siehe S. 122 d. B.) abgeleitet wurde, wie folgende Tabelle zeigt:

Winde.	Periode.
	Mill.
Süd	0.072
S. West	1.004
West	0.415
N. West	1.681
Nord	0.775
N. Ost	0.658
Ost	1.243
S. Ost	0.409
Mittelwerth	0.782

Verbindet man die zu verschiedenen Stunden angestellten Beobachtungen, so erhält man folgende Resultate:

Winde.	Zahl der Beobachtungen.	Barometerstand.
		Mill.
Süd	2029	752.757
S. West	2125	753.227
West	2606	755.950
N. West	1056	758.412
Nord	1470	759.776
N. Ost	1142	759.672
Ost	958	757.221
S. Ost	658	754.300
Mittelwerth	12044	756.414

Der Unterschied zwischen dem beim Südwinde herrschenden Barometerstande und dem beim Nordwinde beträgt demnach 7.019 Mill.

5. Über das Nordlicht. Von *Richardson*, Naturforscher bei der Landnordpolexpedition.

(Edinb. phil. journ. N. 10, p. 241.)

Die Beobachtungen, deren Resultate hier folgen, wurden am Bärensee in den Jahren 1825 — 1826, und auch im Jahre 1826 — 1827 angestellt. Folgende allgemeine Sätze ergaben sich aus einer sehr genauen Vergleichung der Tagebücher, die während des Aufenthaltes der Naturforscher am Bärensee geführt wurden:

1. Das helle und lebendige Strahlenschiefsen des Nordlichtes verursachet eine Ablenkung der Magnetnadel, wenn man es durch eine neblige Atmosphäre bemerkt, und die Strahlen und Lichtbögen die prismatischen Farben zeigen. Ist hingegen die Atmosphäre hell, und zeigt sich das Nordlicht als dich-

tes ruhiges Licht von gelber Farbe, ohne Bewegung, so blieb oft die Nadel bei seinem Auftreten unafficirt.

2. Das Nordlicht wirkt am kräftigsten, wenn es sich aus einer Wolke in der Nähe der Erde erhoben zu haben scheint.

3. Wenn das Nordlicht am stärksten wirkt, vernimmt man meistens um ihre Strahlenbüschel herum einen Nebel, wiewohl der übrige Theil des Himmels frei von Nebel und Wolken ist.

4. Der Pol der Magnetnadel, welcher dem Nordlichte am nächsten liegt, wird nach dem Punct hingezogen, von wo die Bewegung des Nordlichtes ausgeht; seine Ablenkung ist am gröſsten, wenn die Bewegung am schnellsten vor sich geht, übrigens ist die Wirkung dieselbe, die Bewegung mag von einem niedrigen Bogen ausgehen, oder von einem, der durch das Zenith geht.

5. Eine niedrige Temperatur scheint dem hellen Strahlenschieſsen günstig zu seyn, indem selten eine groſse Bewegung Statt fand, und die prismatischen Farben selten erschienen, wenn die Temperatur über 0° stand.

6. Der bewegliche Lichtglanz erschien seltener am ersten Viertel eines Tages und bei Vollmond, als bei einer anderen Lichtgestalt desselben, war aber am dritten Viertel eines Tages und im Neumonde am öftesten zu sehen.

7. Am Bärensee sah man im Jahre 1825—26 343 Mal ein Nordlicht, ohne daſs man ein Geräusch dabei vernommen hätte.

8. Die Höhe des Nordlichtes ist nie durch directe Beobachtungen bestimmt worden; aber der Umstand, daſs man es in einigen Fällen die untere

Fläche dichter Wolken beleuchten sah, läſst schliessen, seine Höhe sey nicht sehr bedeutend. Als Dr. *Richardson* und *Kendall* am Bärensee im Frühlinge des Jahres 1826 ihre Ausflüge machten, sah ersterer das Nordlicht sehr glänzend und in voller Bewegung, während letzterer kein Funkeln daran wahrnahm, und doch war letzterer nur 20 Meilen (engl.) von ersterem entfernt.

9. Das Goldblattelectrometer, welches am Observatorium aufgestellt war, wurde nie von einem Nordlicht afficirt.

10. Bei vier Gelegenheiten sah man das Blitzen des Nordlichtes sehr deutlich vor dem gänzlichen Verschwinden des Tageslichtes, und oft bemerkte man, daſs sich selbst zur Tageszeit die Wolken in Reihen und Bögen angeordnet hatten, wie dieses bei einem Nordlichte der Fall ist.

Bekanntlich haben Cap. *Parry* und *Foster* zu Port Bowen keine Einwirkung des Nordlichtes auf die Magnetnadel wahrgenommen, aber das Nordlicht war daselbst auch im Allgemeinen niedrig, und erschien ohne vieles Blitzen und Flimmern, mithin so, wie es auch am Bärensee sich zeigte, wenn keine Einwirkung auf die Magnetnadel Statt fand. Daher lassen sich die Behauptungen beider Partheien, derjenigen, welche eine Affection der Magnetnadel durch das Nordlicht annimmt, und derjenigen, welche sie läugnet, wohl gegen einander ausgleichen, und insbesondere auch alles dasjenige vom rechten Standpuncte aus beurtheilen, was Bd. IV., S. 340 bis 350 dieser Zeitschrift enthalten ist.

Endlich läſst sich aus dem Vorhergehenden auch noch abnehmen, daſs die nördl. Breite von 65° zur Beobachtung des Nordlichtes und seines Einflusses auf die Magnetnadel vorzüglich geeignet ist.

B. Physikalische Chemie.

1. Bromgehalt der Salzsoole zu Hall in Tyrol.

Herr *Thoma*, Provisor der Hofapotheker zu Salzburg, hat den Bromgehalt der Haller Salzsoole der Quantität nach untersucht, und gefunden, dafs 10 Pf. 19 Loth dieser Soole von 1.110 spec. Gewicht 38 Gran Brom enthalten.

2. Mittel gegen das Rosten und Anlaufen. Von *J. Murray*.

(Edinb. journ. of scien. N. 18, p. 335.)

Murray hat gefunden, dafs feine Stahlinstrumente gegen das Rosten und Anlaufen geschützt werden, wenn man sie in ein Tuch von Leinwand oder Baumwolle wickelt, das vorher in Kalkwasser oder in eine wässerige Glaubersalzlösung getaucht, und hierauf gut getrocknet worden ist. Der Eisenrost enthält nämlich kohlensaures Eisen, und der wässerige Beschlag wird vom Eisen bei allen Temperaturen zersetzt, nur bei einer höheren leichter als bei einer niederen. Es ist wahrscheinlich, dafs der ätzende Kalk nicht blofs die kleine Quantität der kohlensauren Luft absorbirt, welche in der Luft enthalten ist und durch den Wasserdampf in unmittelbare Berührung mit dem Eisen oder Stahl gebracht wird, sondern auch die ersten Antheile von Dämpfen in sich aufnimmt. Vielleicht nimmt der caustische Kalk auch Oxygen auf. Krystallisirtes Glaubersalz zieht keine Feuchtigkeit an, sondern gibt vielmehr sein Krystallisationswasser ab.

Vielleicht schützt eine Umhüllung von Baum- oder Schafwolle, die auf die angegebene Weise zubereitet

ist, nicht blofs Stahl, sondern auch Schriften und Urkunden auf Papier oder Pergament gegen Feuchtigkeit, und trägt demnach zu ihrer Erhaltung bei. Stählerne Gegenstände werden auch in Pulver aus gebranntem Kalk gut conservirt.

Murray gibt nach den Ergebnissen einer grofsen Anzahl von Versuchen, die er mit fein polirten und magnetisirten Stahlnadeln anstellte, welche er an Seidenfäden oder Drähten in Kalkwasser schwebend erhielt, ein Mittel an, wodurch die magnetische Kraft sehr lange erhalten wird. Man umgebe nämlich das Glasgefäfs mit einem Stahlring, der unter dem Winkel gegen den Horizont geneigt ist, in welchem er nach *Barlow's* Versuchen keine Einwirkung auf eine Magnetnadel ausübt, und bezeichne darauf die Hauptpuncte mittelst einer feinen Linie auf einem von aufsen mit Diamant gezogenen Kreise. Hängt man es unter diesen Umständen in einem Mittel von unveränderlicher Dichte auf, so vermag keine Änderung der Atmosphäre den Magnetismus einer darin befindlichen fein polirten Magnetnadel zu stören, und sie ist auch gegen den Hauptfeind des Magnetismus, gegen Rost, völlig geschützt.

3. Zersetzung des Wassers durch Eisen. Von Dr. *Hall.*

(Phil. mag. Novemb. 1828, p. 381.)

Doctor *Hall* hat viele Versuche über die durch Eisen bewirkte Zersetzung des Wassers angestellt, um dasjenige auszumitteln, wodurch diese Zersetzung veranlafst wird. Er fand, dafs ein Zusatz von einer geringen Menge Kalkwasser oder gebrannter Magnesia dieser Zersetzung Einhalt thue, oder sie ganz verhindere, wenn auch das Wasser dem Lichte ausgesetzt ist, und schliefst daraus, dafs die veranlassende Ursache weder das Licht noch

eine electrische Wirkung sey. Auch die verhältnifsmässige Menge des Metalls hat darauf keinen Einflufs. Die eigentliche veranlassende Ursache dieser Zersetzung ist die Gegenwart der Kohlensäure, die im Wasser enthalten, oder mit dem Metalloxyde verbunden ist. Denn sie geht desto rascher vor sich, je mehr Kohlensäure vorhanden ist. Es findet ein grofser Unterschied in der Energie dieses Prozesses Statt, wenn man destillirtes Wasser, das kurz vorher zum Sieden erhitzt worden war, mit Eisen in Berührung bringt, oder solches, durch welches ausgeathmete Luft geleitet wurde. Aber in jedem Falle wird dem Prozesse Einhalt gethan, wenn man die Kohlensäure entfernt. Bei einigen Versuchen, wo *Hall* eine besondere Aufmerksamkeit darauf verwendete, die Kohlensäure aus dem Wasser durch anhaltendes Kochen zu vertreiben, mufste er Monate lang warten, bis er etwas Wasserstoffgas bemerkte, wiewohl dieses bald zu bemerken war, wenn die Einwirkung der Kohlensäure nicht gänzlich ausgeschlossen war.

4. Bereitung des Eisenborides.

(Instit. Jour. Juli 1828.)

Nach *Lassaigne* wird das Eisenborid auf folgende Weise bereitet: Man präcipitire schwefelsaures Eisen durch Borax, wasche und trockne das Präcipitat, forme es zu einer Paste mittelst Wasser, und bilde daraus einen dünnen Cylinder. Dieser wird getrocknet, in eine Porzellanröhre gebracht, zum Rothglühen erhitzt, und trockenes Wasserstoffgas darüber geleitet, worauf sich der beabsichtigte Stoff bildet. Er wirkt schwach auf die Magnetnadel, und besteht aus 77.43 Th. Eisen und aus 22.57 Th. Bor, d. h. aus einem Atom jedes dieser Stoffe.

5. Einfluſs der Luft auf die Krystallisation des Glaubersalzes. Von *T. Graham.*

(Phil. mag. Sept. 1828, *p.* 215.)

Bekanntlich läſst sich eine wässerige Glaubersalzlösung, die man bei hoher Temperatur bereitet, und in heiſsem Zustande mittelst eines Korkpfropfes oder einer Blase luftdicht eingeschlossen hat, selbst nachdem sie kalt geworden ist, im flüssigen Zustande erhalten. So wie man aber das Gefäſs, worin sie enthalten ist, öffnet, und dadurch der Luft den Zutritt gestattet, beginnt augenblicklich die Krystallisation, und verbreitet sich in wenigen Secunden durch die ganze Masse. Um die Ursache dieser Erscheinung aufzufinden, stürzte *Graham* das Gefäſs, welches die Salzlösung enthielt, in Quecksilber um, um allen Luftzutritt abzuhalten, nachdem er das Quecksilber auf 110°—120° F. gebracht hatte, damit eine ungleichförmige Abkühlung der Flüssigkeit verhütet würde. Lieſs er nun eine Luftblase durch die Flüssigkeit in die Höhe steigen, so krystallisirte sie zwar, aber erst nach einigen Minuten, und die Krystallisation begann immer dort, wo sich die Luft befand. Konnte sie eine Blase atm. Luft nicht zum Krystallisiren bringen, so that es eine Blase Kohlensäuregas, und wenn diese nichts mehr ausrichtete, eine Blase Ammoniakgas oder schwefeliger Säure. Dieser Umstand macht es wahrscheinlich, daſs eine durch die Flüssigkeit geleitete Luftblase dadurch die Krystallisation der Lösung bewirkt, daſs sie selbst von ihr aufgelöset wird, dadurch die Verwandtschaft des Salzes zum Wasser vermindert, und so die Ausscheidung des ohnehin im Übermaſse aufgelöseten Salzes bewirket.

Erster Nachtrag zu dem Verzeichnisse der optischen Apparate, welche *G. S. Plöſsl*, priv. Optiker in Wien, auf der neuen Wieden, Salvatorgasse Nro. 321, um beigesetzte Preise verfertiget.

(S. diese Zeitschr. Bd. IV. 1.)

	Conv. Mze. fl.	kr.
1. Kleiner Feldstecher, silberplattirt, mit derlei Auszugröhre; einem achromatischen Objective von 1″ Öffnung und zwei Ocularen zum Verschieben, wovon eines zum Theatergebrauch von 2maliger, und eines zum Gebrauche im Freien von 4—5maliger Vergröſserung, in Futteral von Maroquin mit Scharniere	13	—
2. Dergleichen, goldplattirt	15	—
3. Pancratische Aufsätze, nach Dr. *Kitchiner*, zu den Fernröhren jeder Gattung; in Futteral von Maroquin. Nach Verschiedenheit der Gröſse	10—12	—
4. Bequemes botanisches Handmikroskop, mit einer Linse mit *Lieberkühn*'schem Reflector und einer Loupe, auf büffelhornenem Griffe und Objectnadel mit Pincette, in Futteral von Maroquin . . .	4	30
5. Dasselbe mit schildkrötenem Griffe . .	6	—
Eine Pincette, Messerchen und Nadel zur Zergliederung der Blumen dazu .	1	—
6. Die groſsen, zusammengesetzten Mikroskope (Nro. 1.) werden nunmehr, nach neuer Erfindung (s. d. Zeitschr. V. 1. u. 2.), wahrhaft aplanatisch mit fünf achromatischen Objectivlinsen geliefert, welche		

	Conv. Mze. fl.	kr.
nach Willkür zu zwei und zu drei über einander geschraubt werden können, und dadurch mit den zwei Ocularen 50 Zusammenstellungen von 18- bis 240maliger linearer Vergröſserung (324 — 57600 der Fläche) mit der höchsten Schärfe und Klarheit geben. Alles übrige bleibt dasselbe, so wie der Preis	160	—
Eine Vorrichtung an diesem Mikroskope, um es nach Willkür horizontal und schief stellen zu können (zur Bequemlichkeit beim Zeichnen)	15	—
Noch ein stärkeres Ocular zu diesem Mikroskope, wodurch die Vergröſserung mit den zwei vereinigten stärksten Objectiven bis 500 Mal linear (250,000 der Fläche) bei höchster Schärfe und grosser Klarheit gebracht wird	10	—
7. Eben so wird die zweite Gattung dioptrischer zusammengesetzter Mikroskope (Nro. 2.) nunmehr mit vier achromatischen Linsen zum übereinander Schrauben zu zwei und zu drei geliefert, welche dann mit den zwei Ocularen 28 Zusammenstellungen von 20- bis 150maliger linearer Vergröſserung (400—22500 der Fläche) geben. Alles übrige wie vorhin	85	—
8. Eben so die dritte Gattung dioptrischer zusammengesetzter Mikroskope (Nro. 3.), nunmehr mit drei achromatischen Linsen zum übereinander Schrauben, welche 7 Zusammenstellungen von 20—80maliger Linear-Vergröſserung geben. Alles übrige wie vorhin	56	—

	Conv. Mzc. fl.	kr.
9. Ein aplanatischer Einsatz von fünf Objectivlinsen für Besitzer meiner älteren Mikroskope Nro. 1.	35	—
10. Ein derlei von vier Objectivlinsen für die älteren Mikroskope Nro. 2. . . .	28	—
11. Ein derlei von drei Objectivlinsen für die älteren Mikroskope Nro. 3. . . .	21	—
12. Einfaches Reise- oder Taschen-Mikroskop (nach *Banks*) mit einem auf den Deckel des Futterals aufzuschraubenden Gestelle; einem durch Triebwerk gegen die Linsen zu bewegenden Objecttische mit offener Klammer; einem beweglichen, gläsernen, concaven Reflexionsspiegel; einem planen und concaven Objectenglase zum Einlegen; einer Objectnadel mit Pincette zum Aufstecken; dazu drei einfache Linsen zum aufeinander Schrauben, welche 7 Vergröſserungen von 6 bis 24 Mal linear (36 — 576 der Fläche) geben, auf einem horizontal beweglichen Arme. Dann noch ein Objectschieber mit Probeobjecten und einer Pincette. In einem Kästchen von polirtem Holze, beiläufig 4″ lang, 3″ breit, 1 ½″ hoch	20	—
Noch eine stärkere Linse mit *Lieberkühn*'schem Reflector von 20 — 30maliger Linear-Vergröſserung (400 — 900 der Fläche)	2	—
Noch eine starke Linse von 150- bis 180maliger Linear-Vergröſserung (22500 — 32400 der Fläche)	4	—
Noch ein Glasmikrometer mit Theilung des Zolles in 200 Theile	3	—

	Conv. Mzc. fl.	kr.
Eine Vorrichtung an diesem Mikroskope, um es schief und horizontal (zum Zeichnen) zu stellen	3	—
13. Spiegel zur Darstellung der Interferenz des Lichtes, mit Fassung und den nöthigen Corrections-Schrauben, in Futteral.	22	—
14. Sammlung von 48 organischen, für mikroskopische Besichtigung merkwürdigen Gegenständen (mit Ausschluſs der Pflanzendurchschnitte), systematisch benannt, in 12 Objectschiebern von Buchsholz und Futteral von Maroquin . . .	12	—
Dieselben in Objectschiebern von Ebenholz	15	—

(Wird nach Erforderniſs fortgesetzt werden.)

A n z e i g e.

In der Werkstätte des Universitätsmechanicus *Hanaczik* in Wien werden alle Gattungen physikalischer Instrumente von vorzüglicher Güte verfertiget. Hier folgen einige der vorräthigen mit den beigesetzten Preisen in Conv. Münze:

1. Eine hydrostatische Wage mit messingenem konischen hohlen Balken in einem Glaskasten für eine Belastung von 6 Pf. . . . . 150 fl.
2. *Wollaston's* Reflexionsgonometer mit messingenem Stativ, zwei Libellen, auf Silber in halbe Grade getheilt, nebst Loupe und Nonius . . . . 65 »
3. Detto in Messing getheilt ohne Loupe . . 36 »